

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-289211

(43)Date of publication of application : 04.10.2002

(51)Int.Cl.

H01M 8/00

H01M 8/04

H01M 8/06

H01M 8/10

(21)Application number : 2001-280356

(71)Applicant : CASIO COMPUT CO LTD

(22)Date of filing : 14.09.2001

(72)Inventor : SHIOTANI MASA HARU

(30)Priority

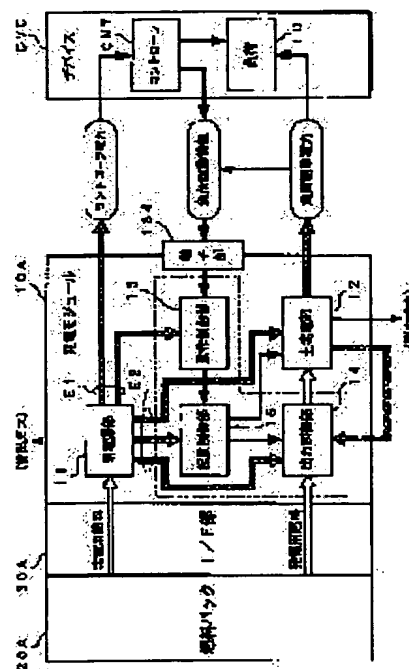
Priority number : 2001009373 Priority date : 17.01.2001 Priority country : JP

(54) FUEL FILLING PART, POWER GENERATION MODULE AND POWER SUPPLY SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a power supply system capable of restraining environmental destruction and damaged appearance by waste disposed after use, in a power supply system usable as a replacement for a portable power supply or a chemical battery.

SOLUTION: This power supply system 1 is provided with: a fuel pack 20A filled with a power generating fuel FL; a power generation module 10A for generating power for driving a predetermined load based on the fuel FL supplied from the fuel pack 20A; and an I/F part 30A for physically connecting the generation module 10A with the fuel pack 20A. The fuel pack 20A has a structure attachable to and detachable from the generation module 10A. The whole structure of the system 1 has a structure arbitrarily connectable to and separable from a device DVC (load LD) driven by power supplied from the generation module 10A.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

07.10.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

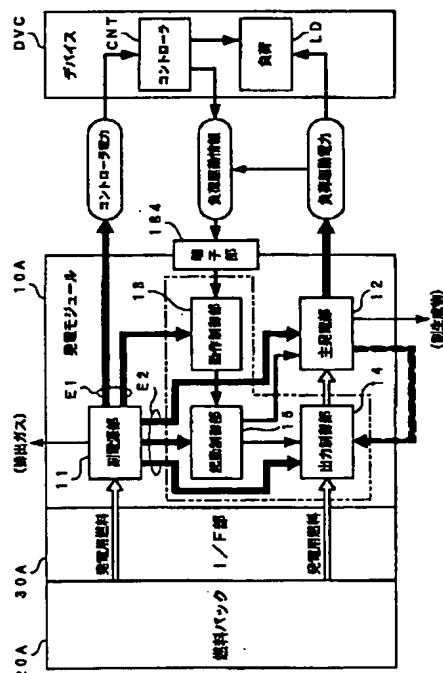
[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

BEST AVAILABLE COPY

(11)特許出願公開番号
特開2002-289211
(P2002-289211A)



1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 外部デバイスに電力を供給するとともに該外部デバイスに対して着脱自在な発電システムであって、

発電用燃料が封入された燃料封入部と、
該燃料封入部から供給される前記発電用燃料を用いて前記電力を発生する発電モジュールと、を備え、
前記燃料封入部及び前記発電モジュールは、互いに着脱可能に構成されていることを特徴とする電源システム。

【請求項 2】 前記電源システムは、前記燃料封入部及び前記電源モジュールからなる物理的外形形状が、各種汎用の化学電池のうちの 1 種と同等の形状及び寸法を有して構成されていることを特徴とする請求項 1 記載の電源システム。

【請求項 3】 前記電源システムは、前記燃料封入部及び前記電源モジュールからなる物理的外形形状が、日本工業規格の規格に則った前記各種汎用の化学電池のうちの 1 種と同等の形状及び寸法を有して構成されていることを特徴とする請求項 2 記載の電源システム。

【請求項 4】 前記燃料封入部は、自然界の土壌を構成する 1 乃至複数の物質へ変換可能な分解性の材料により構成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の電源システム。

【請求項 5】 前記燃料封入部は、少なくとも自然環境下において分解可能な材料により構成されていることを特徴とする請求項 4 記載の電源システム。

【請求項 6】 前記燃料封入部は、微生物により分解可能な生分解性プラスチックにより構成されていることを特徴とする請求項 4 又は 5 記載の電源システム。

【請求項 7】 前記電源システムは、前記燃料封入部及び前記発電モジュールを結合したときに、前記燃料封入部に封入された前記発電用燃料が、前記発電モジュールに供給されるように構成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の電源システム。

【請求項 8】 前記発電モジュールは、前記燃料封入部が結合されることにより、前記電力を自立的に発生するように構成されていることを特徴とする請求項 7 記載の電源システム。

【請求項 9】 前記燃料封入部は、前記発電用燃料を繰り返し充填、封入可能に構成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載の電源システム。

【請求項 10】 前記発電モジュールは、前記燃料封入部から供給される前記発電用燃料を用いた電気化学反応により、前記電力を発生する燃料電池を備えていることを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれかに記載の電源システム。

【請求項 11】 前記燃料電池は、前記発電用燃料を改質して、特定の成分を抽出する燃料改質器と、該特定の成分が供給される燃料極と、空気中の酸素が供給される空気極と、を備えた燃料改質型の燃料電池であることを

2

特徴とする請求項 10 記載の電源システム。

【請求項 12】 前記発電モジュールは、前記燃料封入部から供給される前記発電用燃料の燃焼反応により生じる圧力エネルギーに基づいて、前記電力を発生する発電装置を備えていることを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれかに記載の電源システム。

【請求項 13】 前記発電モジュールは、前記燃料封入部から供給される前記発電用燃料を用いた燃焼反応により生じる熱エネルギーによる高温と前記電源システム内外の他の領域における定温との温度差に基づいて、熱電変換により前記電力を発生する発電装置を備えていることを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれかに記載の電源システム。

【請求項 14】 前記発電モジュールは、前記燃料封入部から供給される前記発電用燃料を用いた熱音響効果による外力発生効果に基づいて、前記電力を発生する発電装置を備えていることを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれかに記載の電源システム。

【請求項 15】 前記発電モジュールは、前記燃料封入部から供給される前記発電用燃料を用いた電磁流体発電により前記電力を発生する発電装置を備えていることを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれかに記載の電源システム。

【請求項 16】 前記発電用燃料は、少なくとも、水素を主成分として含む、又は、水素からなる液体燃料、液化燃料、及び気体燃料のいずれかであることを特徴とする請求項 1 乃至 15 のいずれかに記載の電源システム。

【請求項 17】 前記発電用燃料は、アルコール系の液体燃料であって、所定の環境条件下で気化することを特徴とする請求項 16 記載の電源システム。

【請求項 18】 前記発電用燃料は、炭化水素からなる液体燃料であって、所定の環境条件下で気化することを特徴とする請求項 16 記載の電源システム。

【請求項 19】 前記電源システムは、前記燃料封入部に封入された前記発電用燃料の残量を検出する残量検出手段を備えていることを特徴とする請求項 1 乃至 18 のいずれかに記載の電源システム。

【請求項 20】 前記電源システムは、前記発電モジュールにおける前記電力の発生の際に生成される副生成物のうち、少なくとも一部の成分を回収する副生成物回収手段を備えていることを特徴とする請求項 1 乃至 19 のいずれかに記載の電源システム。

【請求項 21】 前記電源システムは、前記燃料封入部に封入された前記発電用燃料の封入状態を安定化させる燃料安定化手段を備えていることを特徴とする請求項 1 乃至 19 のいずれかに記載の電源システム。

【請求項 22】 前記電源システムは、前記燃料封入部の物理的外形形状が、前記各種汎用の化学電池のうちの 1 種と同等の形状及び寸法を有して構成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 21 のいずれかに記載の電源

50

システム。

【請求項 23】 発電した電力を外部デバイスに供給するとともに、該外部デバイスに対して装着自在である発電モジュールに、発電用燃料を供給するための燃料封入部であって、前記発電モジュールに着脱可能であることを特徴とする燃料封入部。

【請求項 24】 燃料封入部から供給される発電用燃料により発電した電力を外部デバイスに供給する発電モジュールであって、

前記外部デバイス並びに前記燃料封入部のそれぞれに対して着脱自在であることを特徴とする発電モジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、燃料封入部、発電モジュール及び電源システムに関し、特に、既存の化学電池との互換性が高く、かつ、使用後の廃棄処理やリサイクル処理の問題を改善した燃料封入部、発電モジュール及び電源システムに関する。

【0002】

【従来の技術】従来、民生用や産業用のあらゆる分野において、様々な化学電池が使用されている。例えば、アルカリ乾電池やマンガン乾電池等の一次電池は、時計やカメラ、玩具、携帯型の音響機器等に多用されており、我が国に限らず、世界的な観点からも最も生産数量が多く、安価かつ入手が容易という特徴を有している。

【0003】一方、ニッケル・カドミウム蓄電池やニッケル・水素蓄電池、リチウムイオン電池等の二次電池は、近年普及が著しい携帯電話や携帯情報端末（PDA）、デジタルビデオカメラやデジタルスチルカメラ等の携帯機器に多用されており、繰り返し充放電ができることから経済性に優れた特徴を有している。また、二次電池のうち、鉛蓄電池は、車両や船舶の起動用電源、あるいは、産業設備や医療設備における非常用電源等として利用されている。

【0004】ところで、近年、環境問題やエネルギー問題への関心の高まりに伴い、上述したような化学電池の使用後の廃棄に関する問題やエネルギー資源の有効利用の問題がクローズアップされている。特に、一次電池においては、上述したように、製品価格が安価で入手が容易なうえ、電源として利用する機器も多く、しかも、基本的に一度放電されると電池容量を回復することができない、一回限りの利用（いわゆる、使い捨て）しかできないため、年間の廃棄量が数百万トンに上っている。ここで、化学電池全体では、リサイクルにより回収される比率は、概ね 20% 程度に過ぎず、残りの 80% 程度が自然界に投棄、又は、埋め立て処理されている、とする統計資料もあり、このような未回収の電池に含まれる水銀やインジウム等の重金属による環境破壊や、自然環境の美観の悪化が懸念されている。

【0005】また、エネルギー資源の利用効率の観点から上記化学電池を検証すると、一次電池においては、放電可能エネルギーの概ね 300 倍のエネルギーを使用して生産されているため、エネルギー利用効率が 1% にも満たない。これに対して、繰り返し充放電が可能で経済性に優れた二次電池であっても、家庭用電源（コンセント）等から充電を行う場合、発電所における発電効率や送電損失等により、エネルギー利用効率が概ね 12% 程度にまで低下してしまうため、必ずしもエネルギー資源の有効利用が図られているとは言えなかった。

【0006】そこで、近年、環境への影響（負担）が少なく、かつ、例えば、30~40% 程度の極めて高いエネルギー利用効率を実現することができる燃料電池をはじめとする各種の新たな電源システムや発電システム（以下、「電源システム」と総称する）が注目され、車両用の駆動電源や事業用の電源システム、家庭用のコージェネレーションシステム等への適用を目的として、あるいは、上述したような化学電池の代替えを目的として、実用化のための研究、開発が盛んに行われている。なお、燃料電池をはじめとする各種の電源システムの具体的な構成等については、発明の詳細な説明において詳述する。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、今後、燃料電池等のエネルギー利用効率が高い電源システムを小型軽量化して、可搬型又は携帯型のポータブル電源として、あるいは、上述したような化学電池の代替え（互換品）として適用するようになった場合であっても、発電用燃料を使い切った後や耐用年数を経過した後の電源システム、又は、その構成部品（例えば、燃料タンク等）が廃棄物として排出される問題は避けられず、上述した化学電池と同様の環境破壊や自然環境の美観の悪化等の問題が生じる可能性を有している。

【0008】また、例えば、既存の化学電池においては、基本的に正極及び負極の端子を負荷に接続するだけで、所定の電圧及び電流が供給されて負荷を駆動することができるのに対して、近年注目されている燃料電池等のエネルギー利用効率が高い電源システムにおいては、燃料の化学エネルギーを直接的又は間接的に電力に変換する発電器としての機能を有しているので、化学電池の互換品として上記電源システムを適用する場合にあっては、電力の発生状態（発電状態）を自立的に調整制御する必要があるという問題を有していた。

【0009】そこで、本発明は、上述した問題点に鑑み、ポータブル電源や化学電池の代替えとして利用が可能な電源システムや、電源システムの一部として利用できる燃料封入部及び発電モジュールにおいて、使用後に排出される廃棄物による環境破壊や美観の悪化を抑制することができることを目的とする。

【0010】

5

【課題を解決するための手段】本発明に係る電源システムは、発電用燃料が封入された燃料封入部と、該燃料封入部から供給される発電用燃料を用いて電力を発生する発電モジュールと、を備え、発電モジュール及び燃料封入部が、互いに着脱可能に構成されていることを特徴としている。すなわち、燃料封入部及び発電モジュールを有する電源システムは、発電モジュールから供給される電力により駆動する外部デバイスに対して着脱可能に構成されている。

【0011】そして、本発明に係る燃料封入部は、発電した電力を外部デバイスに供給するとともに、該外部デバイスに対して装着自在である発電モジュールに、発電用燃料を供給するための燃料封入部であって、前記発電モジュールに着脱可能であることを特徴としている。本発明に係る発電モジュールは、燃料封入部から供給される発電用燃料により発電した電力を外部デバイスに供給する発電モジュールであって、前記外部デバイス並びに前記燃料封入部のそれぞれに対して着脱自在であることを特徴としている。

【0012】また、本発明に係る電源システムは、前記燃料封入部及び前記電源モジュールからなる物理的外形形状が、各種汎用の化学電池のうちの1種と同等の形状及び寸法を有して構成されていてもよく、日本工業規格の規格に則った前記各種汎用の化学電池のうちの1種と同等の形状及び寸法を有して構成されていてもよい。これによれば、外形形状において、汎用の化学電池との互換性を有することになるので、環境への影響が低減され、かつ、エネルギー変換効率の高い電源システムを、既存の化学電池の市場に支障なく普及させることができる。

【0013】また、これによれば、燃料封入部に封入された発電用燃料がなくなったときや少なくなったときに、燃料封入部を発電モジュール又は負荷から取り外して新たな燃料封入部に交換、あるいは、燃料封入部に発電用燃料を注入して補充することができるので、発電モジュールを継続的に利用することができるとともに、電源システム全体又は燃料封入部をあたかも汎用の化学電池のように簡便に使用することができる。さらに、燃料封入部の交換や回収が可能となるので、電源システム自体の廃棄量を削減することができる。

【0014】ここで、燃料封入部は、自然界の土壌を構成する1乃至複数の物質へ変換可能な分解性の材料により構成されており、特に、少なくとも自然環境下において分解可能な材料、例えば、微生物により分解可能な生分解性プラスチックにより構成されていることが好ましい。すなわち、燃料封入部が、自然環境下や人為的な処理により、自然界の土壌を構成する1又は複数の単体や物質に変換される材質、例えば、微生物や酵素等による生分解性や光による光分解性、水分による加水分解性等の分解性を備えた材料により構成されている。

6

【0015】これにより、発電用燃料を使い切ることでより廃棄物となる燃料封入部が、土壌中の微生物や酵素、太陽光線等により、例えば、水と二酸化炭素等に分解される。また、人為的な薬品処理や焼却処理等により自然界に無害な物質に変換される。したがって、燃料封入部を仮に自然界に投棄又は埋め立て処理した場合や焼却炉により消却した場合であっても、自然界に有害な物質を排出することなく、また、長期にわたって、自然環境の美観を損ねることもないので、環境への負担を大幅に軽減することができる電源システムを提供することができる。

【0016】また、上記電源システムは、燃料封入部及び発電モジュールを結合したときに、燃料封入部に封入された発電用燃料が、発電モジュールに供給されるように構成され、これにより、発電モジュールは、燃料封入部から供給された発電用燃料を用いて、負荷を駆動するために必要な所定の電力を自立的に発生する。すなわち、発電モジュールに燃料封入部が結合されたときのみ、燃料封入部の封密や燃料の漏出を防止するための制御弁等による閉止状態が解除されて、内部に封入されていた発電用燃料が発電モジュールに供給されて発電動作が自立的に開始され、この電源システムを負荷に接続することにより、負荷を駆動するための電力が供給される。

【0017】したがって、電源システムの外部から燃料等の供給を受けることなく、発電モジュールに燃料封入部を結合する簡易な操作のみで、負荷に供給するための電力を自立的に生成することができるとともに、燃料封入部が発電モジュールに結合していない状態では、内部に封入された発電用燃料が漏出しないように構成されているので、安全かつ簡易な燃料供給及び発電動作を行うことができる電源システムを提供することができる。

【0018】また、上記燃料封入部は、封入された発電用燃料の残量に応じて、発電モジュール又は負荷から取り外して、発電用燃料を注入、充填して繰り返し補充可能に構成されているものであってもよい。これにより、燃料封入部に封入された発電用燃料がなくなったときや少なくなったときに、発電用燃料を再注入して充填することができるので、燃料封入部自体を再利用（リサイクル）することができ、廃棄物の発生量を削減して、環境への負担を一層軽減することができる。

【0019】上記電源システムにおいては、発電モジュールの具体的な構成として、燃料封入部から供給される発電用燃料を用いた電気化学反応により、電力を発生する燃料電池を備えた構成を適用することができる。これにより、汎用の化学電池に比較して、極めてエネルギー利用効率の高い燃料電池を用いて、電力を生成することができるので、エネルギーの有効利用を図ることができる。また、既存の化学電池と同等の電気的特性を得るために必要となる電源システム（発電モジュール及び燃

料封入部)の規模を小型化することができる。

【0020】この場合、発電モジュールに適用される燃料電池は、発電用燃料を改質して、特定の成分を抽出する燃料改質器と、該特定の成分が供給される燃料極と、空気中の酸素が供給される空気極と、を備えた燃料改質型の燃料電池であることが好ましい。このような燃料改質型の燃料電池を適用した構成によれば、比較的取り扱いや入手が容易な発電用燃料を用いて、燃料電池に供給される該発電用燃料の量を制御することにより、発電モジュールにより生成される電力の量を簡易に制御することができるとともに、発電用燃料の有する化学エネルギーから極めて高いエネルギー変換効率で電力を生成して負荷に供給することができるので、化石燃料等のエネルギー資源の消費量を削減して有効な利用を図ることができる。

【0021】なお、上記電源システムにおいて、発電モジュールに適用可能な構成としては、上記燃料電池の他に、燃料封入部から供給される発電用燃料の燃焼エネルギーに基づいて、電力を発生する発電装置（ガス燃焼タービン、ロータリーエンジン、スターリングエンジン、パルス燃焼エンジン等と、電磁誘導や圧電変換の原理を用いた発電器との組み合わせ）や、発電用燃料を用いた燃焼反応により生じる熱エネルギーによる高温と電源システム内外の他の領域における定温との温度差に基づいて、熱電変換により電力を発生する発電装置（温度差発電器）、発電用燃料を用いた熱音響効果による外力発生効果に基づいて、電力を発生する発電装置（熱音響効果発電器）、発電用燃料を用いた電磁流体発電により電力を発生する発電装置（電磁流体力学発電器）等であってもよい。

【0022】したがって、本発明に係る電源システムにおいては、発電モジュールとして、発電用燃料を用いて高いエネルギー変換効率で所定の電力を生成することができ、かつ、小型化や微細化が可能な構成を有する各種の発電装置の中から、電源システムの外形形状や電気的特性等に応じて任意の構成を有するものを適宜選択して適用することができる。

【0023】なお、上記電源システムに適用される発電用燃料は、少なくとも、水素を主成分とする、又は、水素からなる液体燃料、液化燃料、及び気体燃料のいずれか、具体的には、メタノールやエタノール、ブタノール等のアルコール系の液体燃料や、ジメチルエーテルやイソブタン、天然ガス等の炭化水素からなる液化燃料、あるいは、水素ガス等の気体燃料であって、特に、燃料封入部から発電モジュールに供給される際の常温、常圧等の所定の環境条件の下で気体状態にあるものを良好に適用することができる。これにより、発電モジュールにおける発電動作において、高いエネルギー変換効率で電力を生成することができるとともに、この発電動作に伴って電力以外に生成される副生成物を比較的簡易な処理で

無毒化や難燃化することができ、自然環境等への影響を大幅に抑制することができる。

【0024】また、上記電源システムにおいては、燃料封入部に封入された発電用燃料の残量を検出する残量検出手段を備えた構成を適用することもできる。これによれば、発電用燃料の残量を常時又は定期的に監視して、残量が少なくなった場合には、事前に電源システムにより駆動する機器等の使用者に対して、その旨を通知することができる。また、燃料封入部を透明又は半透明の材料により構成することにより、燃料封入部に封入された発電用燃料の残量を使用者が視認することができるので、電源システムの電池残量や発電用燃料の充填時期を概略的に把握することもできる。加えて、残量検出手段により検出される発電用燃料の残量に応じて、発電モジュールにおける電力の発生状態を制御することにより、汎用の化学電池と同等の出力電圧特性を有する電力を負荷に供給することができる。

【0025】また、上記電源システムにおいては、上記発電用燃料を用いた発電モジュールにおける発電動作の際に生成される副生成物、例えば、二酸化炭素（ CO_2 ）、水（ H_2O ）、窒素酸化物（ NO_x ）、硫黄酸化物（ SO_x ）、酸素（ O_2 ）等のうち、全部又は一部の成分を回収して保持する副生成物回収手段を備えた構成を適用することもできる。これによれば、副生成物が電源システム内外へ排出又は漏出されることにより、電源システムにより駆動する機器等の動作不良や劣化等の発生、自然環境の汚染等を防止することができる。ここで、上記副生成物を燃料封入部に回収、保持する構成を適用することにより、発電用燃料の残量の減少に伴い、新たな燃料封入部に交換する際に、使用済みの燃料封入部を回収して、副生成物を自然環境に負担を与えない方法で適切に処理することができるので、副生成物による自然環境の汚染や地球温暖化等を防止することができる。

【0026】さらに、上記電源システムにおいては、燃料封入部に封入された発電用燃料の封入状態（温度、圧力等の条件）を安定化させる燃料安定化手段を備えた構成を適用することもできる。これによれば、燃料封入部内の温度や圧力等が異常に上昇するような状態が発生した場合に、該異常状態を検知して、発電モジュールへの発電用燃料の供給停止や、封入圧力の開放等の動作を実行して発電用燃料の封入状態を安定化状態に移行させることができるので、燃焼性や可燃性を有する発電用燃料を用いた電源システムにおける安全性や信頼性を良好に確保することができる。

【0027】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る電源システムの実施の形態について、図面を参照しながら説明する。まず、本発明に係る電源システムが適用される全体の概要について、図面を参照して説明する。図1は、本発明

9

に係る電源システムの適用形態を示す概念図である。

【0028】本発明に係る電源システム1は、例えば、図1(a)、(b)に示すように、特定の電気・電子機器のほか、汎用の一次電池や二次電池により動作する既存の電気・電子機器(図1では、情報携帯端末を示す：以下、「デバイス」と総称する)DVCに対して、その全体もしくは一部が任意に装着及び取り外し(矢印P1参照)が可能であるとともに、該電源システム1の全体もしくはその一部が単独で携帯が可能のように構成され、かつ、電源システム1の所定の位置(例えば、後述するように、汎用の一次電池や二次電池と同等の位置)にプラス(+)極及びマイナス(-)極からなる電極が設けられた構成を有している。

【0029】次に、本発明に係る電源システムの基本構成について説明する。図2は、本発明に係る電源システムの基本構成を示すブロック図である。本発明に係る電源システム1は、図2(a)に示すように、大別して、液体燃料又は液化燃料又は気体燃料からなる発電用燃料FLが封入された燃料パック(燃料封入部)20と、少なくとも、該燃料パック20から供給される発電用燃料FLに基づいて、上記デバイスDVCの駆動状態(負荷状態)に対応した電力EGを発生(発電)する発電モジュール10と、燃料パック20及び発電モジュール10相互を物理的に結合するとともに、燃料パック20に封入された発電用燃料FLを発電モジュール10に供給する燃料送出経路等を備えたインターフェース部(以下、「I/F部」と略記する)30と、を有し、各構成が相互に、もしくは、任意の形態で結合、分離(着脱)可能に構成されている。

【0030】ここで、I/F部30は、図2(a)に示したように、上記燃料パック20及び発電モジュール10と独立した構成を有し、燃料パック20及び発電モジュール10各々に対して着脱可能な構成を有しているものであってもよいし、図2(b)、(c)に示すように、上記燃料パック20又は発電モジュール10のいずれかと一体的に構成され、発電モジュール10もしくは燃料パック20に対して着脱可能に構成されているものであってもよい。また、図2に示した各構成において、発電モジュール10(図2(a)、(b)の場合)、もしくは、発電モジュール10及びI/F部30(図2(c)の場合)がデバイスDVCに一体的に内蔵された構成を有し、少なくとも、燃料パック20がデバイスDVCに対して着脱可能に構成されているものであってもよい。

【0031】以下、各ブロック構成について、具体的に説明する。

[第1の実施形態]

(A) 発電モジュール

図3は、本発明に係る電源システムに適用される発電モジュールの第1の実施形態を示すブロック図である。

10

【0032】図3に示すように、本実施形態に係る発電モジュール10Aは、大別して、I/F部30Aを介して燃料パック20Aから供給される発電用燃料を用いて、所定の電力を、常時、自立的に発生して、少なくとも、電源システム1に接続されるデバイスDVCに内蔵され、負荷LD(デバイスDVCの各種機能を有する素子又はモジュール)の駆動状態を制御するコントローラCNTの駆動電力(以下、「コントローラ電力」と記す)、及び、発電モジュール10A内に設けられた後述する動作制御部13の動作電力として出力する副電源部11と、副電源部11から供給される電力により動作し、電源システム1全体の動作状態を制御する動作制御部13と、I/F部30Aを介して燃料パック20Aから供給される発電用燃料又は該発電用燃料から抽出された特定の燃料成分を用いて、所定の電力(電気エネルギー)を発生して、少なくとも、電源システム1に接続されるデバイスDVCの各種機能(負荷LD)を駆動する負荷駆動電力として出力する主発電部12と、動作制御部13からの動作制御信号に基づいて、少なくとも、主発電部12への発電用燃料の供給量を制御する出力制御部14と、動作制御部13からの動作制御信号に基づいて、少なくとも、主発電部12を待機状態から発電可能な動作状態に移行(起動)するように制御する起動制御部15と、を有して構成されている。すなわち、本実施形態に係る電源システム1は、システムの外部(発電モジュール10A、燃料パック20A及びI/F部30A以外)からの燃料供給や制御に依存することなく、電源システム1に接続されるデバイスDVCに対して、所定の電力(負荷駆動電力)を出力可能なように構成されている。

【0033】<副電源部11>本実施形態に係る発電モジュールに適用される副電源部11は、図3に示したように、燃料パック20Aから供給される発電用燃料FLが有する物理的又は化学的エネルギー等を用いて、電源システム1の起動動作に必要な所定の電力を、常時、自立的に発生する構成を有している。そして、この電力は、大別して、デバイスDVCへのコントローラ電力、及び、発電モジュール10A全体の動作状態を制御する動作制御部13の動作電力として常時供給される電力E1と、発電モジュール10Aの起動時に、少なくとも、出力制御部14(構成によっては、主発電部12を含む)及び起動制御部15に対して、起動電力として供給される電力E2からなる。

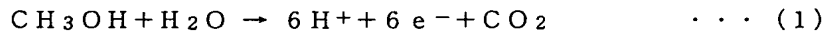
【0034】副電源部11の具体的な構成としては、例えば、燃料パック20Aから供給される発電用燃料FLを用いた電気化学反応によるもの(燃料電池)や触媒燃焼反応等に伴う熱エネルギーによるもの(温度差発電)を良好に適用することができるほか、燃料パック20Aに封入された発電用燃料FLの封入圧力や燃料の気化によって生じるガス圧力を用いて発電器を回転させて電力

を発生する力学的なエネルギー変換作用等によるもの（ガスタービン発電等）、また、発電用燃料F Lを栄養源とする微生物等による代謝（光合成、呼吸等）により生じる電子を捕獲し、直接電力へと変換するもの（生物化学発電）、上記封入圧力やガス圧力に基づく発電用燃料F Lの流体エネルギーにより生じる振動エネルギーを電磁誘導の原理を利用して電力に変換するもの（振動発電）、二次電池（充電電池）やコンデンサ等の電力蓄積手段単体からの放電によるもの、さらには、上述した発電を行う各構成により生成された電力を、電力蓄積手段（二次電池やコンデンサ等）に蓄積して放出（放電）させるようにしたもの等を適用することができる。

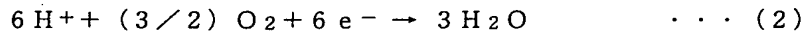
【0035】以下に、各々の具体例について、図面を参照して簡単に説明する。

（副電源部の第1の構成例）図4は、本実施形態に係る電源モジュールに適用可能な副電源部の第1の構成例を示す概略構成図である。ここでは、上述した電源システムの構成（図3）を適宜参照しながら説明する。第1の構成例においては、副電源部の具体例として、燃料パック20Aから直接供給される発電用燃料F Lを用い、電気化学反応により電力（上記電力E 1、E 2）を発生する燃料直接供給方式を採用した固体高分子型の燃料電池の構成を有している。

【0036】図4に示すように、本構成例に係る副電源 *



【0038】一方、空気極112に空気（酸素O₂）が供給されると、次の化学反応式（2）に示すように、触媒反応により負荷114を経由した電子（e⁻）とイオ *



【0039】このような一連の電気化学反応（化学反応式（1）及び（2））は、概ね室温程度の比較的低温の環境下で進行する。ここで、空気極112で発生する副生成物である水（H₂O）を回収し、燃料極111側に必要量を供給することにより、上記化学反応式（1）に示した触媒反応の原料物質として再利用することができる。燃料パック20Aに予め備蓄（封入）される水（H₂O）の量を大幅に減らすことができるので、燃料パック20Aの容積を大幅に縮小しつつ、副電源部11を長時間、継続的に動作させて、所定の電力を供給することが可能となる。なお、空気極112で発生する水（H₂O）等の副生成物を回収、再利用する副生成物回収手段の構成については、主発電部12における同様の構成と併せて後述する。

【0040】このような構成を有する燃料電池を副電源部に適用することにより、他の方式（例えば、後述する燃料改質型の燃料電池）に比較して周辺構成を省略することができるので、副電源部11Aの構成を簡素化かつ小型化することができる。例えば、発電モジュール10Aに対して燃料パック20Aを結合する極めて簡易な操作のみで、I/F部30Aに設けられた燃料輸

*部11Aは、概略、白金やパラジウムや白金・ルテニウム等の所定の触媒微粒子が付着した炭素電極からなる燃料極（カソード）111と、白金等の所定の触媒微粒子が付着した炭素電極からなる空気極（アノード）112と、燃料極111と空気極112の間に介装されたフィルム状のイオン導電膜（交換膜）113と、を有して構成されている。ここで、燃料極111には、燃料パック20Aに封入された発電用燃料（例えば、メタノール等のアルコール類及び水）が直接供給され、一方、空気極112には大気中の酸素ガス（O₂）が供給される。

【0037】この副電源部（燃料電池）11Aにおける電気化学反応の一例は、具体的には、メタノール（CH₃OH）及び水（H₂O）が燃料極111に直接供給されると、次の化学反応式（1）に示すように、触媒反応により電子（e⁻）が分離して水素イオン（プロトン；H⁺）が発生し、イオン導電膜113を介して空気極112側に通過するとともに、燃料極111を構成する炭素電極により電子（e⁻）が取り出されて負荷114

（電源システム内外の所定の構成；ここでは、デバイスDVCのコントローラCNT、動作制御部13、主発電部12、出力制御部14等）に供給される。なお、この触媒反応により生成される水素イオン以外の微量の二酸化炭素（CO₂）は、例えば、燃料極111側から大気中に排出される。

*導電膜113を通過した水素イオン（H⁺）と空気中の酸素ガス（O₂）が反応して水（H₂O）が生成される。

送管を介して毛細管現象により所定量の発電用燃料が副電源部11A（燃料極111）に自動的に送入されて、上記化学反応式（1）及び（2）に基づく、発電動作を開始、継続することができる。

【0041】したがって、燃料パック20Aからの発電用燃料の供給が継続する限り、副電源部11Aにより所定の電力を常時、自立的に生成して、デバイスDVCのコントローラ電力及び動作制御部13の動作電力、さらには、主発電部12又は出力制御部14に対する起動電力として供給することができる。また、上述したような燃料電池においては、発電用燃料から電気化学反応を利用して直接電力を発生しているので、極めて高い発電効率を実現することができ、エネルギー資源の有効利用や副電源部を含む発電モジュールの小型化を図ることができる。また、振動や騒音がないので、汎用の一次電池や二次電池と同様に、広範な機器への利用が可能となる。

【0042】なお、本構成例における燃料電池においては、燃料パック20Aから供給される発電用燃料としてメタノールを適用した場合についてのみ示したが、本発明はこれに限定されるものではなく、少なくとも、水素

を主成分とする、又は、水素からなる液体燃料、液化燃料、及び気体燃料のいずれかであればよい。具体的には、上述したメタノールやエタノール、ブタノール等のアルコール系の液体燃料や、ジメチルエーテルやイソブタン、天然ガス（CNG）等の炭化水素からなる液化燃料、あるいは、水素ガス等の気体燃料であって、特に、燃料バック20Aから副電源部11Aに供給される際の常温、常圧等の所定の環境条件の下で気体状態にあるものを良好に適用することができる。

【0043】（副電源部の第2の構成例）図5は、本実施形態に係る電源モジュールに適用可能な副電源部の第2の構成例を示す概略構成図である。第2の構成例においては、副電源部の具体例として、燃料バック20Aに封入された発電用燃料が有する圧力エネルギー（封入圧力やガス圧力）により圧力駆動機関（ガスタービン）を駆動し、その駆動エネルギーを電力に変換する発電装置としての構成を有している。

【0044】図5（a）、（b）に示すように、本構成例に係る副電源部11Bは、概略、複数の羽根が円周の所定の方向に沿って湾曲しつつ、略放射状に配列され、かつ、自在に回転が可能なように構成された可動羽根122aと、可動羽根122aの回転中心に直結され、周知の電磁誘導あるいは圧電変換の原理に基づいて、可動羽根122aの回転エネルギーを電力に変換する発電器125と、複数の羽根が可動羽根122aの外周側に沿って、可動羽根122aとは逆方向に湾曲しつつ、略放射状に配列され、かつ、可動羽根122aに対して相対的に固定された固定羽根122bと、可動羽根122aと固定羽根122bとからなるガスタービン122への気化された発電用燃料（燃料ガス）の供給を制御する吸気制御部123と、ガスタービン122通過後の発電用燃料の排出を制御する排気制御部124と、を有して構成されている。ここで、ガスタービン122、吸気制御部123及び排気制御部124からなる副電源部11Bの構成は、半導体製造技術等の分野において蓄積された微細加工技術をはじめとする、いわゆる、マイクロマシン製造技術を適用することにより、例えば、単一のシリコンチップ121上の微小空間に集積化して形成することができる。なお、図5（a）においては、ガスタービン122の構成を明確にするために、可動羽根122a及び固定羽根122bが便宜的に露出するように示した。

【0045】このような副電源部11Bにおいて、例えば、図5（b）に示すように、吸気制御部123を介してガスタービン122の固定羽根122b側から可動羽根122a側に、燃料バック20内に封入された液体燃料が気化した高圧の燃料ガスを吸入（矢印P2参照）することにより、固定羽根122bの湾曲方向に沿って燃料ガスの渦流が生じ、該渦流によって、可動羽根122aが所定の方向に回転して、発電器125を駆動する。

これにより、燃料ガスが有する圧力エネルギーがガスタービン122及び発電器125を介して電力に変換される。

【0046】すなわち、本構成例に係る副電源部11Bに適用される発電用燃料は、少なくとも、吸気制御部123が開放されてガスタービン122に吸入される際に高圧気体の状態で吸入され、また、排気制御部124が開放されてガスタービン122内の気体が、気圧の低い方、例えば、常圧である外気に向けて排出されることに伴って生じる圧力差に基づく気体の流動により、可動羽根122aを所定の方向に所定の回転速度（又は、回転数）で回転させ、発電器125において所定の電力を発生する。

【0047】そして、可動羽根122aの回転に寄与し、圧力が低下した（圧力エネルギーが消費された）燃料ガスは、排気制御部124を介して副電源部11Bの外部に排出される。なお、図3に示した発電モジュール10Aにおいては、副電源部11から排出された燃料ガス（排出ガス）をそのまま電源システム1の外部に排出する構成を示したが、本発明はこれに限定されるものではなく、後述する実施形態に示すように、主発電部12における発電用燃料として再度利用する構成を有するものであってもよい。

【0048】したがって、本構成例に係る副電源部11Bにおいては、燃料バック20Aから供給される発電用燃料（燃料ガス）FLは、必ずしも燃焼性（あるいは、可燃性）を有している必要はなく、特に、電力の生成に利用された燃料ガスを、そのまま電源システム1の外部に排出する構成にあつては、発電用燃料FLを排出ガスとして排出することを考慮すれば、不燃性又は難燃性を有し、さらに、毒性がない方が望ましい。なお、発電用燃料が燃焼性又は毒性がある成分を含む物質からなる場合は、排出ガスを外部に排出する前に難燃化や無毒化する処理が必要となることはいうまでもない。

【0049】なお、本構成例に係る副電源部11Bのように、燃料ガスの圧力エネルギーに基づいて、電力を発生する構成においては、燃料ガスが副電源部11B（ガスタービン122）内を通過するのみで、上述した燃料電池における電気化学反応のように、副生成物（水等）が発生することがないので、発電用燃料として不燃性又は難燃性であつて、毒性がない物質を適用する場合や、燃焼性又は毒性を有する物質であつても、電源システム1の外部に排出する前に難燃化や無毒化する処理を行う構成を有している場合には、排出ガスを回収する手段を備える必要はない。

【0050】このような構成を有する発電装置を副電源部に適用することにより、上述した第1の構成例と同様に、発電モジュール10Aに対して燃料バック20Aを結合する極めて簡易な操作のみで、I/F部30Aを介して高圧の発電用燃料（燃料ガス）FLが副電源部11

15

B（ガスタービン 122）に自動的に送入されて、上記発電動作を開始、継続することができ、さらに、発電用燃料 FL の供給が継続する限り、副電源部 11B により所定の電力を常時、自立的に生成して、電源システム 1 内外の所定の構成に供給することができる。

【0051】（副電源部の第 3 の構成例）図 6 は、本実施形態に係る電源モジュールに適用可能な副電源部の第 3 の構成例を示す概略構成図である。第 3 の構成例においては、副電源部の具体例として、燃料バック 20A に封入された発電用燃料 FL が有する圧力エネルギー（封入圧力やガス圧力）により圧力駆動機関（ロータリーエンジン）を駆動し、その駆動エネルギーを電力に変換する発電装置としての構成を有している。

【0052】図 6 に示すように、第 3 の構成例に係る副電源部 11C は、外周が概略、楕円型の作動空間 131a を有するハウジング 131 と、作動空間 131a の内壁に沿って中心軸 133 の周囲を回転する略三角形の断面を有するローター 132 と、中心軸 133 に直結された発電器（図示を省略）と、を有して構成されている。ここで、副電源部 11C の構成は、上述した各構成例と同様に、マイクロマシン製造技術を適用することにより、例えば、ミリメートルオーダーの微小空間に集積化して形成することができる。

【0053】このような構成を有する副電源部 11C において、作動空間 131a はほぼ常温に保たれており、液体の状態で吸気口 134a から作動空間 131a に燃料を封入すると、気化膨張するとともに、排気口 134b 側を低圧、例えば、常圧に制御することにより、作動空間 131a の内壁とローター 132 により形成される各作動室間に気圧差が生じ、図 6（a）～（c）に示すように、気化した燃料ガスが吸入口 134a から排気口 134b 方向に流動することにより、燃料ガスの圧力によりローター 132 がその内周を中心軸 133 の外周に沿うように回転する（矢印 P3）。これにより、燃料ガスが有する圧力エネルギーが中心軸 133 の回転エネルギーに変換されて、該中心軸 133 に接続された発電器により電力に変換される。

【0054】ここで、本構成例に適用される発電器は、上述した第 2 の構成例と同様に、電磁誘導や圧電変換等の周知の原理を用いた発電器を良好に適用することができる。また、本構成例においても、燃料ガスの圧力エネルギーに基づいて、電力を発生する構成を有しているので、燃料ガスは副電源部 11C（ハウジング 131 内の作動空間 131a）内を通過するのみで、電力が生成されるので、発電用燃料として必ずしも可燃性（あるいは、可燃性）を有している必要はなく、少なくとも、副電源部 11C に供給される際の常温、常圧等の所定の環境条件の下で、気化して所定の体積に膨張されるような高圧の燃料ガスとなる物質であれば良好に適用することができる。

16

【0055】したがって、このような構成を有する発電装置を副電源部に適用することにより、上述した各構成例と同様に、発電モジュール 10A に対して燃料バック 20A を結合する極めて簡易な操作のみで、I/F 部 30A を介して高圧の発電用燃料（燃料ガス）FL が副電源部 11C（作動空間 131a）に自動的に送入されて、上記発電動作を開始、継続することができ、さらに、発電用燃料 FL の供給が継続する限り、副電源部 11C により所定の電力を常時、自立的に生成して、電源システム 1 内外の所定の構成に供給することができる。

【0056】（副電源部の第 4 の構成例）図 7 は、本実施形態に係る電源モジュールに適用可能な副電源部の第 4 の構成例を示す概略構成図である。第 4 の構成例においては、副電源部の具体例として、燃料バック 20A に封入された発電用燃料 FL の触媒燃焼反応に基づいて熱エネルギーを発生することにより生じる温度差を利用した熱電変換発電により電力を発生する発電装置としての構成を有している。

【0057】図 7（a）に示すように、第 4 の構成例に係る副電源部 11D は、概略、発電用燃料 FL を触媒燃焼させて熱エネルギーを発生させる触媒燃焼部 141 と、概ね一定の温度を保持する定温部 142 と、触媒燃焼部 141 を第 1 の温度端、定温部 142 を第 2 の温度端として、該第 1 及び第 2 の温度端間に接続された熱電変換素子 143 と、を備えた温度差発電器の構成を有している。ここで、熱電変換素子 143 は、図 7（b）に示すように、2 種類の半導体又は金属（以下、便宜的に「金属等」という）MA、MB の端部相互が接合（例えば、金属等 MA の両端部に、各々金属等 MB が接合）され、各接合部 N1、N2 が上記触媒燃焼部 141（第 1 の温度端）及び定温部 142（第 2 の温度端）に各々接続された構成を有している。また、定温部 142 は、例えば、電源システム 1 が装着されるデバイス DVC に設けられた開口部等を介して、常時外気に晒され、略一定の温度を保持するように構成されている。なお、図 7 に示した温度差発電器からなる副電源部 11D の構成は、上述した各構成例と同様に、マイクロマシン製造技術を適用することにより、微小空間に集積化して形成することができる。

【0058】このような構成を有する副電源部 11D において、図 7（c）に示すように、燃料バック 20A に封入された発電用燃料（燃焼ガス）FL が I/F 部 30A を介して、触媒燃焼部 141 に供給されると、触媒燃焼反応により発熱して、触媒燃焼部 141（第 1 の温度端）の温度が上昇する。一方、定温部 142 の温度は、ほぼ一定に保持されるように構成されているので、触媒燃焼部 141 と定温部 142 との間には温度差が発生する。そして、この温度差に基づいて、熱電変換素子 143 におけるゼーベック効果により、所定の起電力が発生して電力が生成される。

17

【0059】具体的には、第1の温度端（接合部N1）における温度を T_a 、第2の温度端（接合部N2）における温度を T_b （ $T_b < T_a$ ）と規定した場合、該温度 T_a 、 T_b 間の差が微小である場合には、図7（b）に示した出力端子Oa、Ob間に、 $V_{ab} = S_{ab} \times (T_a - T_b)$ の電圧が生じる。ここで、 S_{ab} は、金属等MA、MBの相対ゼーベック係数である。

【0060】したがって、このような構成を有する発電装置を副電源部に適用することにより、上述した各構成例と同様に、発電モジュール10Aに対して燃料パック20Aを結合する極めて簡易な操作のみで、I/F部30Aを介して発電用燃料（液体燃料又は液化燃料又は気体燃料）が副電源部11D（触媒燃焼部141）に自動的に送入されて、触媒燃焼反応に伴う熱エネルギーが発生し、上記温度差発電器による発電動作を開始、継続することができ、さらに、発電用燃料FLの供給が継続する限り、副電源部11Dにより所定の電力を常時、自立的に生成して、電源システム1内外の所定の構成に供給することができる。

【0061】なお、本構成例においては、触媒燃焼部141と定温部142における温度差に基づいて、ゼーベック効果により電力を発生する温度差発電器について説明したが、本発明は、これに限定されるものではなく、金属の加熱により金属表面から自由電子が放出される熱電子放出現象に基づいて、電力を発生する構成を有するものであってもよい。

【0062】（副電源部の第5の構成例）図8は、本実施形態に係る電源モジュールに適用可能な副電源部の第5の構成例を示す概略構成図である。第5の構成例においては、副電源部の具体例として、燃料パック20Aに封入された発電用燃料（液体燃料）FLが気化反応に基づいて熱エネルギーを吸収することにより生じる温度差を利用した熱電変換発電により電力を発生する発電装置としての構成を有している。

【0063】図8（a）に示すように、第5の構成例に係る副電源部11Eは、概略、発電用燃料（特に、液化燃料）FLを気化させた場合に熱エネルギーを吸収することにより実現される冷熱を保持する冷熱保持部151と、概ね一定の温度を保持する定温部152と、冷熱保持部151を第1の温度端、定温部152を第2の温度端として、第1及び第2の温度端間に接続された熱電変換素子153と、を備えた温度差発電器の構成を有している。ここで、熱電変換素子153は、上述した第4の構成例（図7（b）参照）に示したものと同等の構成を有している。また、定温部152は、電源システム1内外の他の領域に接触又は晒されることにより、略一定の温度を保持するように構成されている。なお、図8に示した温度差発電器からなる副電源部11Eの構成も、上述した各構成例と同様に、微小空間に集積化して形成される。

18

【0064】このような構成を有する副電源部11Eにおいて、図8（b）に示すように、例えば、燃料パック20Aに所定の圧力条件で封入された発電用燃料（液化燃料）FLがI/F部30Aを介して、副電源部11Eに供給され、常温、常圧等の所定の環境条件に移行することにより、発電用燃料FLが気化し、その際、周囲から熱エネルギーを吸収して、冷熱保持部151の温度が低下する。一方、定温部152の温度は、ほぼ一定に保持されるように構成されているので、冷熱保持部151と定温部152との間には温度差が発生する。そして、この温度差に基づいて、熱電変換素子153におけるゼーベック効果により、上述した第4の構成例に示したものと同様に、所定の起電力が発生して電力が生成される。

【0065】したがって、このような構成を有する発電装置を副電源部に適用することにより、上述した各構成例と同様に、発電モジュール10Aに対して燃料パック20Aを結合する極めて簡易な操作のみで、I/F部30Aを介して発電用燃料（液化燃料）FLが副電源部11Eに自動的に送入されて、気化反応により熱エネルギーが吸収されて冷熱が生じ、上記温度差発電器による発電動作を開始、継続することができ、さらに、発電用燃料FLの供給が継続する限り、副電源部11Eにより所定の電力を常時、自立的に生成して、電源システム1内外の所定の構成に供給することができる。なお、本構成例においては、冷熱保持部151と定温部152における温度差に基づいて、ゼーベック効果により電力を発生する温度差発電器について説明したが、本発明は、これに限定されるものではなく、熱電子放出現象に基づいて、電力を発生する構成を有するものであってもよい。

【0066】（副電源部の第6の構成例）図9は、本実施形態に係る電源モジュールに適用可能な副電源部の第6の構成例を示す概略構成図である。第6の構成例においては、副電源部の具体例として、燃料パック20Aに封入された発電用燃料に対する生物化学的な反応を利用して電力を発生する発電装置としての構成を有している。

【0067】図9に示すように、第6の構成例に係る副電源部11Fは、概略、発電用燃料を栄養源として育成する微生物や生体触媒（以下、便宜的に「微生物等」という）BIOが貯蔵された生体培養槽161と、該生体培養槽161内に設けられた陽極側電極161a及び陰極側電極161bと、を備えた構成を有している。このような構成において、燃料パック20AからI/F部30Aを介して発電用燃料FLを供給することにより、上記生体培養槽161内で微生物等BIOによる呼吸等の代謝等（生物化学的反応）が生じて電子（ e^- ）が生成される。そして、この電子を陽極側電極161aにより捕獲することにより、出力端子Oa、Obから所定の電力が得られる。

【0068】したがって、このような構成を有する発電装置を副電源部に適用することにより、上述した各構成例と同様に、発電モジュール10Aに対して燃料パック20Aを結合する極めて簡易な操作のみで、I/F部30Aを介して微生物等BIOの栄養源となる発電用燃料FLが副電源部11F（生体培養槽161）に自動的に送入されて、微生物等BIOの生物化学的な反応による発電動作が開始され、さらに、発電用燃料の供給が継続する限り、所定の電力を常時、自立的に生成して、電源システム1内外の所定の構成に供給することができる。

【0069】なお、上記生物化学的反応において、微生物等BIOによる光合成を利用して電力の生成を行う場合にあっては、例えば、電源システム1が装着されるデバイスDVCに予め設けられた開口部や、透明又は半透明の材料により構成されたデバイスDVCの筐体等を介して、外光が入射するように構成することにより、所定の電力を常時自立的に生成して供給することができる。

【0070】（副電源部の第7の構成例）図10は、本実施形態に係る電源モジュールに適用可能な副電源部の第7の構成例を示す概略構成図である。第7の構成例においては、副電源部の具体例として、燃料パック20Aから供給される発電用燃料の流体移動により生じる振動エネルギーを電力に変換する発電装置としての構成を有している。

【0071】図10（a）に示すように、第7の構成例に係る副電源部11Gは、概略、液体又は気体からなる発電用燃料が所定方向に移動することにより、少なくとも一端側が振動可能なように構成され、その振動端171aに電磁コイル173が設けられた振動子171と、電磁コイル173に対向して永久磁石174が設けられ、発電用燃料の移動に対して振動を生じない固定子172と、を備えた振動発電器としての構成を有している。このような構成において、図10（b）に示すように、燃料パック20AからI/F部30Aを介して発電用燃料FLを供給することにより、発電用燃料FLの流動方向に対して概ね直交する方向（図中、矢印P4）に、固定子172に対して振動子171（振動端171a）が所定の振動数で振動を生じる。この振動により永久磁石174と電磁コイル173間の相対位置に変化が生じることにより、電磁誘導が発生して、電磁コイル173を通じて所定の電力が得られる。

【0072】したがって、このような構成を有する発電装置を副電源部に適用することにより、上述した各構成例と同様に、発電モジュール10Aに対して燃料パック20Aを結合する極めて簡易な操作のみで、I/F部30Aを介して流体としての発電用燃料FLが副電源部11Gに自動的に送入されて、流体移動に伴う振動子171の振動エネルギーの変換による発電動作が開始され、さらに、発電用燃料FLの供給が継続する限り、所定の電力を常時、自立的に生成して、電源システム1内外の

所定の構成に供給することができる。

【0073】なお、上述した各構成例は、発電モジュール10Aに適用される副電源部11の一例を示したに過ぎず、本発明に係る電源システムの構成を何ら限定するものではない。要するに、本発明に適用される副電源部11は、燃料パック20Aに封入された液体燃料又は液化燃料又は気体燃料が直接的に供給されることにより、副電源部11内部で電気化学反応や電磁誘導、発熱、吸熱反応に伴う温度差等、エネルギーの変換作用に基づいて電力を発生することができるものであれば、他の構成を有するものであってもよく、例えば、ガスタービンやロータリーエンジン以外のガス圧力駆動エンジンと電磁誘導や圧電変換による発電器とを組み合わせたものであってもよいし、次に示すように、上述した各副電源部11と同等の発電装置に付加して、電力蓄積手段（蓄電装置）を備え、副電源部11により発電された電力の一部を蓄電した後、電源システム1（主発電部12）の起動時に、主発電部12又は出力制御部14に対して起動電力として供給するように構成したものを適用することもできる。

【0074】（副電源部の第8の構成例）図11は、本実施形態に係る電源モジュールに適用可能な副電源部の第8の構成例を示す概略構成図である。図11に示すように、第8の構成例に係る副電源部11Hは、概略、燃料パック20Aに封入された発電用燃料（液体燃料又は液化燃料又は気体燃料）FLがI/F部30に設けられ燃料輸送管を介して毛細管現象により直接的に供給されることにより、コントローラ電力、動作電力及び起動電力となる電力を自立的に発生することができる発電装置（例えば、上述した各構成例に示した副電源部）181と、該発電装置181により生成された電力の一部を蓄積する2次電池又はコンデンサ等からなる電荷蓄積部182と、動作制御部13からの動作制御信号に基づいて、電荷蓄積部182への電力の蓄積、放出を切り換え設定するスイッチ183と、を備えた構成を有している。

【0075】このような構成において、燃料パックからの発電用燃料の供給が持続している間、常時駆動している発電装置181により生成された電力は、デバイスDVCのコントローラ電力及び動作制御部13の動作電力として出力されるとともに、その一部がスイッチ183を介して電荷蓄積部182に蓄積される。そして、例えば、動作制御部13が、デバイスDVCのコントローラCNTから出力される、負荷LDがオフ状態から起動してオン状態に切り替わる負荷駆動情報を端子部184を介して受け取り、デバイスDVC（負荷LD）の駆動を検出した場合には、動作制御部13から出力される動作制御信号に基づいて、スイッチ183の接続状態が切り替わり、電荷蓄積部182に蓄積されていた電力が主発電部12又は出力制御部14に対して起動電力として供

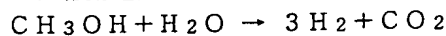
給される。

【0076】したがって、このような構成を有する副電源部によれば、発電装置181により単位時間当たりに生成される電力を駆動電力特性の低いもの（微弱な電力）に設定した場合であっても、電荷蓄積部182に蓄積された電力を瞬時に放出することにより、主発電部12又は出力制御部14に対して、十分に駆動電力特性が高い電力を供給することができる。よって、発電装置181の発電能力を十分小さいものに設定することができるので、副電源部11の構成を小型化することができる。

【0077】なお、本構成例においては、コントローラ電力、動作電力及び起動電力となる電力を自立的に発生する発電装置と、この電力を蓄積、放出する電荷蓄積部とを備えた構成について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えば、予め電荷が蓄積された2次電池又はコンデンサ等からなる電荷蓄積部のみを備え、常時コントローラ電力、動作電力及び起動電力となる所定の電力に相当する電荷を放出するものであってもよい。ここで、電荷蓄積部は、上記電力に相当する電荷を放出する放電動作のみではなく、例えば、後述する主発電部12から負荷駆動電力として出力される電力の一部を蓄積する充電動作を行うように構成してもよい。この場合、電荷蓄積部の具体的な構成としては、例えば、周知の電気二重層コンデンサを良好に適用することができる。

【0078】＜主発電部12＞本実施形態に係る発電モジュールに適用される主発電部12は、図3に示したように、動作制御部13による起動制御に基づいて、燃料パック20Aから供給される発電用燃料FLが有する物理的又は化学的エネルギー等を用いて、デバイスDVC（負荷LD）を駆動するために必要な所定の電力（負荷駆動電力となる電力）を発生する構成を有している。主発電部12の具体的な構成としては、例えば、燃料パック20Aから供給される発電用燃料FLを用いた電気化学反応によるもの（燃料電池）や、燃焼反応に伴う熱エネルギーによるもの（温度差発電）、燃焼反応に伴う圧力エネルギーを用いて発電機を回転させて電力を発生する力学的なエネルギー変換作用等によるもの（内燃、外燃機関発電）、また、発電用燃料FLの流体エネルギーや熱エネルギーを電磁誘導の原理等を利用して電力に変換するもの（電磁流体力学発電、熱音響効果発電等）等、種々の形態を適用することができる。

【0079】ここで、主発電部12により生成される電力は、デバイスDVC全体の各種機能（負荷LD）の駆動を行う主電力であるため、駆動電力特性が高く設定さ



【0084】ここで、図13（b）に示すように、水蒸気改質反応において副生成物として生成される一酸化炭素（CO）を除去するための選択酸化触媒部210cを

*れる。したがって、上述した副電源部11により生成され、デバイスDVCのコントローラ電力や動作制御部13の動作電力等となる電力とはその性質を異にする。

【0080】以下に、各々の具体例について、図面を参照して簡単に説明する。

（主発電部の第1の構成例）図12は、本実施形態に係る電源モジュールに適用可能な主発電部の第1の構成例を示す概略構成図であり、図13は、本構成例に係る主発電部に適用される燃料改質部における水素生成過程を示す概念図である。ここでは、上述した電源システムの構成（図3）を適宜参照しながら説明する。第1の構成例においては、主発電部の具体例として、燃料パック20Aから出力制御部14を介して供給される発電用燃料FLを用い、電気化学反応により電力を発生する燃料改質方式を採用した固体高分子型の燃料電池の構成を有している。

【0081】図12に示すように、主発電部12Aは、大別して、燃料パック20Aから供給される発電用燃料FLに対して所定の改質反応を利用して、発電用燃料FLに含有される所定の燃料成分（水素）を抽出する燃料改質部（燃料改質器）210aと、燃料改質部210aにより抽出された燃料成分を利用して電気化学反応により、負荷214（デバイスDVCの負荷LD）を駆動するための所定の電力を発生する燃料電池本体210bと、を有して構成されている。

【0082】燃料改質部210aは、図13（a）に示すように、概略、燃料パック20Aから出力制御部14を介して供給される発電用燃料FLに対して、蒸発及び水蒸気改質反応からなる各過程を介して、燃料成分を抽出し、燃料電池本体210bに供給する。例えば、メタノール（CH₃OH）及び水（H₂O）を発電用燃料FLとして、水素ガス（H₂）を生成する場合にあっては、まず、蒸発過程において、液体燃料であるメタノール及び水に対してヒータで概ね100℃の温度条件の雰囲気中に設定することにより、41.7kJ/molの熱エネルギーを吸熱してメタノール（CH₃OH）及び水（H₂O）を気化させる。

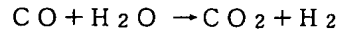
【0083】次いで、水蒸気改質反応過程においては、上記気化したメタノール（CH₃OH）及び水（H₂O）に対してヒータで概ね300℃の温度条件の雰囲気中に設定することにより、49.4kJ/molの熱エネルギーを吸熱して、次の化学反応式（3）に示すように、水素（H₂）と微量の二酸化炭素（CO₂）が生成される。なお、この水蒸気改質反応においては、水素（H₂）と二酸化炭素（CO₂）以外に副生成物として微量の一酸化炭素（CO）が生成される場合がある。



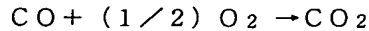
燃料改質部210aの後段に付設して、水性シフト反応及び選択酸化反応からなる各過程を介して、一酸化炭素（CO）を二酸化炭素（CO₂）及び水素（H₂）に変

23

換して、有害物質の排出を抑止するように構成してもよい。具体的には、水性シフト反応過程において、一酸化炭素(CO)に対して水(水蒸気; H₂O)を反応させ *

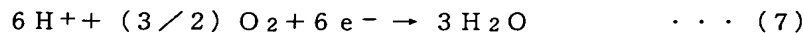


【0085】さらに、選択酸化反応過程において、水性シフト反応により二酸化炭素(CO₂)と水素(H₂)に変換されなかった一酸化炭素(CO)に対して酸素 ※



【0086】上記一連の燃料改質反応により生成される水素以外の微量の生成物(主に、二酸化炭素)は、発電モジュール10Aに設けられた排出孔(図示を省略; 具体構成例において後述する)を介して、大気中に排出される。なお、このような機能を有する燃料改質部の具体的な構成については、他の構成とともに、後述する具体構成例において詳しく説明する。

【0087】燃料電池本体210bは、図12に示すように、上述した副電源部11に適用される燃料直接供給方式の燃料電池と同様に、概略、例えば、白金やパラジウム、さらには白金・ルテニウム等の触媒微粒子が付着した炭素電極からなる燃料極(カソード)211と、白金等の触媒微粒子が付着した炭素電極からなる空気極(アノード)212と、燃料極211と空気極212の間に介装されたフィルム状のイオン導電膜(交換膜)213と、を有して構成されている。ここで、燃料極211には、後述する出力制御部14により供給量が制御された発電用燃料FLから、上記燃料改質部210aにより抽出された水素ガス(H₂)が供給され、一方、空気極212には大気中の酸素ガス(O₂)が供給される。★



【0090】このような一連の電気化学反応(化学反応式(6)及び(7))は、概ね60~80℃の比較的低温の環境下で進行し、電力(負荷駆動電力)以外の副生成物は、基本的に水(H₂O)のみとなる。ここで、空気極212において生成される副生成物である水(H₂O)を回収し、上述した燃料改質部210aに必要な量を供給することにより、発電用燃料FLの燃料改質反応や水性シフト反応に再利用することができるとともに、燃料改質反応のために燃料パック20Aに予め備蓄(封入)される水(H₂O)の量を大幅に減らすことができ、さらには、燃料パック20内に設けられた副生成物を回収する副生成物回収手段への回収量を大幅に減らすことができる。なお、空気極212で発生する水(H₂O)等の副生成物を回収、再利用する副生成物回収手段の構成については、上述した副電源部11における副生成物回収手段とともに併せて後述する。

【0091】なお、上述したような電気化学反応により生成され、負荷214に供給される電力は、主発電部12A(燃料電池本体210bの燃料極211)に供給される水素ガス(H₂)の量に依存する。したがって、出力制御部14を介して主発電部12に供給される発電用

24

*ることにより40.2kJ/molの熱エネルギーを発熱して、次の化学反応式(4)に示すように、二酸化炭素(CO₂)と水素(H₂)が生成される。

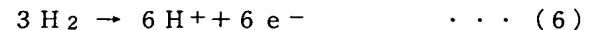


※(O₂)を反応させることにより283.5kJ/molの熱エネルギーを発熱して、次の化学反応式(5)に示すように、二酸化炭素(CO₂)が生成される。



★これにより、以下に示す電気化学反応により発電が行われ、負荷214(デバイスDVCの負荷LD)に対して所定の駆動電力(電圧・電流)となる電力が供給される。

【0088】本構成例に係る主発電部12における電気化学反応の一例は、具体的には、燃料極211に水素ガス(H₂)が供給されると、次の化学反応式(6)に示すように、燃料極211における触媒反応により電子(e⁻)が分離して水素イオン(プロトン; H⁺)が発生し、イオン導電膜213を介して空気極212側に通過するとともに、燃料極211を構成する炭素電極により電子(e⁻)が取り出されて負荷214に供給される。



【0089】一方、空気極212に空気が供給されると、次の化学反応式(7)に示すように、空気極212における触媒反応により負荷214を経由した電子(e⁻)とイオン導電膜213を通過した水素イオン(H⁺)と空気中の酸素ガス(O₂)が反応して水(H₂O)が生成される。



燃料(実質的には水素ガス)FLの量を制御することにより、デバイスDVCに供給される電力を任意に調整することができ、例えば、汎用の化学電池のうちの1種と同等になるように設定することができる。

【0092】このような構成を有する燃料改質方式の燃料電池を主発電部に適用することにより、出力制御部14により発電用燃料FLの供給量を制御することにより、より効果的に任意の電力を発生することができるので、負荷駆動情報に基づいて、デバイスDVC(負荷LD)の駆動状態に応じた適切な発電動作を実現することができる。また、燃料電池としての構成を適用することにより、電気化学反応により発電用燃料FLから直接電力を発生することができるので、極めて高い発電効率を実現することができ、発電用燃料FLの効率的な消費や主発電部12を含む発電モジュール10Aの小型化を図ることができる。

【0093】なお、上述した副電源部(第1の構成例参照)11と同様に、発電用燃料FLとしてメタノールを適用した場合についてのみ示したが、本発明はこれに限定されるものではなく、少なくとも、水素を主成分とする、又は、水素からなる液体燃料、液化燃料、及び気体

25

燃料のいずれかであればよい。したがって、メタノールやエタノール、ブタノール等のアルコール系の液体燃料や、ジメチルエーテルやイソブタン、天然ガス等の常温常圧で気化される炭化水素からなる液化燃料、あるいは、水素ガス等の気体燃料等を良好に適用することができる。

【0094】ここで、発電用燃料FLとして、液化された水素や水素ガスをそのまま利用する場合にあっては、本構成例に示したような燃料改質部210aを必要とすることなく、出力制御部14により供給量のみを制御した発電用燃料FLを、燃料電池本体210bに直接供給する構成を適用することができる。また、主発電部12の構成として、燃料改質方式の燃料電池のみを示したが、本発明はこれに限定されるものではなく、上述した副電源部（第1の構成例参照）11と同様に、電力発生効率は低いが燃料直接供給方式の燃料電池を適用して、上記液体燃料や液化燃料、気体燃料等を用いて電力を発生するものであってもよい。

【0095】（主発電部の第2の構成例）図14は、本実施形態に係る電源モジュールに適用可能な主発電部の第2の構成例を示す概略構成図である。第2の構成例においては、主発電部の具体例として、燃料パック20Aから出力制御部14を介して供給される発電用燃料FLを用い、燃焼反応に伴う圧力エネルギーによりガス燃焼タービン（内燃機関）を駆動し、その駆動エネルギーを電力に変換する発電装置としての構成を有している。

【0096】図14（a）、（b）に示すように、本構成例に係る主発電部12Bは、概略、複数の羽根が円周の所定方向に沿って湾曲しつつ、略放射状に配列された吸気羽根222in及び排気羽根222outが連結して、自在に回転が可能ないように構成された可動羽根222と、複数の羽根が可動羽根222（吸気羽根222in及び排気羽根222out）の外周側に沿って、可動羽根222とは逆方向に湾曲しつつ、略放射状に配列され、かつ、可動羽根222に対して相対的に固定された吸気羽根223in及び排気羽根223outからなる固定羽根223と、可動羽根222により吸入された発電用燃料（燃料ガス）FLを所定のタイミングで燃焼する燃焼室224と、燃焼室224に吸入された燃料ガスに点火する点火部225と、可動羽根222の回転中心に直結され、周知の電磁誘導あるいは圧電変換の原理に基づいて、可動羽根222の回転エネルギーを電力に変換する発電器228と、可動羽根222と固定羽根223からなるガス燃焼タービンへの気化された燃料ガスの供給（吸入）を制御する吸気制御部226と、ガス燃焼タービンにおける燃焼後の燃料ガス（排出ガス）の排出を制御する排気制御部227と、を有して構成されている。ここで、ガス燃焼タービン、吸気制御部226及び排気制御部227を備えた主発電部12Bの構成は、上述した副電源部11と同様に、マイクロマシン製造技術を適

26

用することにより、例えば、シリコンチップ221上のミリメートルオーダーの微小空間に集積化して形成することができる。なお、図14（a）においては、ガス燃焼タービンの構成を明確にするために、吸気羽根222in、223inが便宜的に露出するように示した。

【0097】このような主発電部12Bにおいて、例えば、図14（b）に示すように、吸気制御部226を介してガス燃焼タービンの吸気羽根222in、223in側から吸入した燃料ガスを、燃焼室224において所定のタイミングで点火部225で点火、燃焼し、排気羽根222out、223out側から排出することにより（矢印P5）、可動羽根222及び固定羽根223の湾曲方向に沿って燃料ガスの渦流が生じ、該渦流によって、燃料ガスの吸入、排出が自動的に行われて、可動羽根222が所定方向に連続的に回転し、発電器228を駆動する。これにより、燃料ガスによる燃料エネルギーがガス燃焼タービン及び発電器228を介して電力に変換される。

【0098】したがって、本構成例に係る主発電部12Bにおいては、燃料ガスの燃焼エネルギーを用いて電力を発生する構成を有しているので、燃料パック20Aから供給される発電用燃料（燃料ガス）FLは、少なくとも、発火性又は燃焼性を有することが要であり、例えば、メタノールやエタノールブタノール等のアルコール系の液体燃料やジメチルエーテルやイソブタン、天然ガス等の常温常圧で気化される炭化水素からなる液化燃料、水素ガス等の気体燃料を良好に適用することができる。なお、燃焼後の燃料ガス（排出ガス）を電源システム1の外部にそのまま排出する構成を適用する場合にあっては、排出ガスが燃焼性又は毒性がある成分を含む場合は、排出ガスを外部に排出する前に難燃化や無毒化する処理を行うか、該排出ガスを回収する手段を備える必要があることはいうまでもない。

【0099】このような構成を有するガス燃焼タービンを主発電部に適用することにより、上述した第1の構成例と同様に、発電用燃料FLの供給量を調整する簡易な制御方法により、任意の電力を発生することができるので、デバイスDVCの駆動状態に応じた適切な発電動作を実現することができる。また、微細化したガス燃焼タービンとしての構成を適用することにより、比較的高いエネルギー変換効率で電力を発生して、発電用燃料FLの有効利用を図りつつ、主発電部12を含む発電モジュール10Aの小型化を図ることができる。

【0100】（主発電部の第3の構成例）図15は、本実施形態に係る電源モジュールに適用可能な主発電部の第3の構成例を示す概略構成図である。第3の構成例においては、主発電部の具体例として、燃料パック20Aから出力制御部14を介して供給される発電用燃料FLを用い、燃焼反応による圧力エネルギーによりローターエンジン（内燃機関）を駆動し、その駆動エネルギー

27

を電力に変換する発電装置としての構成を有している。

【0101】図15に示すように、第3の構成例に係る主発電部12Cは、外周が概略、楕円型の作動空間231aを有するハウジング231、及び、作動空間231aの内壁に沿って偏心しながら回転する略三角形形状の断面を有するローター232、圧縮された燃料ガスを点火、燃焼させる点火部234を備えた周知のロータリーエンジンと、中心軸233に直結された発電器（図示を省略）と、を有して構成されている。ここで、ロータリーエンジンからなる主発電部12Cの構成は、上述した各構成例と同様に、マイクロマシン製造技術を適用することにより、微小空間に集積化して形成することができる。

【0102】このような構成を有する主発電部12Cにおいて、ローター232が回転することによる吸気、圧縮、燃焼（爆発）、排気の各行程を繰り返すことにより、燃料ガスの燃焼により生じる圧力エネルギーを回転エネルギーに変換して発電器に伝達する。すなわち、吸気行程においては、図15（a）に示すように、吸気口235aから燃料ガスが吸入されて、作動空間231aの内壁とローター232により形成される所定の作動室ASに充填され、次いで、圧縮行程において、図15（b）に示すように、作動室AS内の燃料ガスが高い圧力に圧縮された後、燃焼行程において、図15（c）に示すように、所定のタイミングで点火部234により燃料ガスを点火、燃焼（爆発）させ、排気行程において、図15（d）に示すように、燃焼後の排出ガスが作動室ASから排気口235bを介して排出される。この一連の駆動行程において、燃焼行程における燃料ガスの爆発、燃焼に伴う圧力エネルギーにより、ローター232の所定方向（矢印P6）への回転が維持されて、中心軸233への回転エネルギーの伝達が継続される。これにより、燃料ガスによる燃焼エネルギーが中心軸233の回転エネルギーに変換されて、該中心軸233に接続された発電器（図示を省略）により電力に変換される。

【0103】ここで、発電器の構成は、上述した第2の構成例と同様に、電磁誘導や圧電変換による周知の発電器を適用することができる。また、本構成例においても、燃料ガスの燃焼エネルギーに基づいて、電力を発生する構成を有しているので、発電用燃料（燃料ガス）FLは、少なくとも、発火性又は燃焼性を有することを必要とする。また、燃焼後の燃料ガス（排出ガス）を電源システム1の外部にそのまま排出する構成を適用する場合にあっては、排出ガスが燃焼性又は毒性がある成分を含む場合は、排出ガスを外部に排出する前に難燃化や無毒化する処理を行うか、該排出ガスを回収する手段を備える必要があることはいうまでもない。

【0104】このような構成を有するロータリーエンジンを主発電部に適用することにより、上述した各構成例と同様に、発電用燃料FLの供給量を調整する簡易な制

28

御方法により、任意の電力を発生することができるので、デバイスの駆動状態に応じた適切な発電動作を実現することができる。また、微細化したロータリーエンジンとしての構成を適用することにより、比較的簡易な構成、かつ、振動の少ない動作により電力を発生しつつ、主発電部12を含む発電モジュール10Aの小型化を図ることができる。

【0105】（主発電部の第4の構成例）図16は、本実施形態に係る電源モジュールに適用可能な主発電部の第4の構成例を示す概略構成図である。ここでは、第4の構成例に適用される周知のスターリングエンジンの基本構造（2ピストン形、ディスプレイサ形）のみを示し、その動作を簡単に説明する。第4の構成例においては、主発電部の具体例として、燃料パック20Aから出力制御部14を介して供給される発電用燃料FLを用い、燃焼反応による熱エネルギーによりスターリングエンジン（外燃機関）を駆動し、その駆動エネルギーを電力に変換する発電装置としての構成を有している。

【0106】第4の構成例に係る主発電部12Dにおいて、2ピストン形スターリングエンジンは、図16

（a）に示すように、概略、互いに作動ガスが往復可能に構成された高温（膨張）側のシリンダ241a及び低温（圧縮）側のシリンダ242a、これらのシリンダ241a、242a内にあって、互いに90°の位相差を有して往復運動するようにクランク軸243に接続された高温側ピストン241b及び低温側ピストン242b、高温側のシリンダ241aを加熱する加熱器244、低温側のシリンダ242aを冷却する冷却器245、クランク軸243の軸芯に接続されたフライホイール246を備えた周知のスターリングエンジンと、クランク軸243に直結された発電器（図示を省略）と、を有して構成されている。

【0107】このような構成を有する主発電部12Dにおいては、高温側のシリンダ241aを燃料ガスの燃焼に伴う熱エネルギーにより常時加熱し、低温側のシリンダ242aを外気等、電源システム1内外の他の領域に接触又は晒されることにより常時冷却した状態に保持し、等容加熱、等温膨張、等容冷却、等温圧縮の各行程を繰り返すことにより、高温側ピストン241b及び低温側ピストン242bを往復運動させる運動エネルギーを、クランク軸243の回転エネルギーに変換して発電器に伝達する。

【0108】すなわち、等容加熱行程においては、作動ガスの熱膨張を開始して高温側ピストン241bが下降し始めると、高温側シリンダ241aと連続した空間である小さい容積の低温側のシリンダ242aは、高温側ピストン241bの急下降に伴う減圧で低温側ピストン242bが上昇し、低温側シリンダ242aの冷却した作動ガスが高温側シリンダ241aに流入する。次いで、等温膨張行程においては、高温側シリンダ241a

29

内に流入された冷却された作動ガスは十分熱膨張して高温側シリンダ 241a 及び低温側のシリンダ 242a 内の空間の圧力を上昇し、高温側ピストン 241b 及び低温側ピストン 242b がともに下降する。次いで、等容冷却行程においては、低温側ピストン 242b の下降により低温側シリンダ 242a 内の空間が増大され、それに伴い高温側シリンダ 241a 内の空間が収縮して高温側ピストン 241b が上昇し、高温側シリンダ 241a の作動ガスが低温側シリンダ 242a に流入して冷却される。そして、等温圧縮行程においては、低温側シリンダ 242a 内の空間を満たす冷却された作動ガスは収縮し、連続した低温側シリンダ 242a 及び高温側シリンダ 241a 内の空間はともに減圧され、高温側ピストン 241b 及び低温側ピストン 242b がともに上昇する。この一連の駆動行程において、燃料ガスの加熱、冷却に伴うピストンの往復運動により、クランク軸 243 の所定方向（矢印 P7）への回転が維持される。これにより、作動ガスの圧力エネルギーがクランク軸 243 の回転エネルギーに変換されて、該クランク軸 243 に接続された発電器（図示を省略）により電力に変換される。

【0109】一方、第 4 の構成例に係る主発電部 12D において、ディスプレイサ形スターリングエンジンは、図 16 (b) に示すように、概略、ディスプレイサピストン 241d により隔壁され、互いに作動ガスが往復可能な高温空間と低温空間を有するシリンダ 241c、このシリンダ 241c 内にあって、往復運動可能に構成されたディスプレイサピストン 241d、シリンダ 241c 内の圧力変化に応じて往復運動するパワーピストン 242d、ディスプレイサピストン 241d 及びパワーピストン 242d が互いに 90° の位相差を有するように接続されたクランク軸 243、シリンダ 241c の一端側（高温空間側）を加熱する加熱器 244、シリンダ 241c の他端側（低温空間側）を冷却する冷却器 245、クランク軸 243 の軸芯に接続されたフライホイール 246 を備えた周知のスターリングエンジンと、クランク軸 243 に直結された発電器（図示を省略）と、を有して構成されている。

【0110】このような構成を有する主発電部 12D においては、シリンダ 241c の高温空間側を燃料ガスの燃焼に伴う熱エネルギーにより常時加熱し、低温空間側を常時冷却した状態に保持し、等容加熱、等温膨張、等容冷却、等温圧縮の各行程を繰り返すことにより、ディスプレイサピストン 241d 及びパワーピストン 242d を所定の位相差で往復運動させる運動エネルギーを、クランク軸 243 の回転エネルギーに変換して発電器に伝達する。

【0111】すなわち、等容加熱行程においては、ディスプレイサピストン 241d が加熱器 244 による作動ガスの熱膨張が開始し上昇し始めると、低温空間側の作

30

動ガスが高温空間側に流入して加熱される。次いで、等温膨張行程においては、増量した高温空間側の作動ガスが熱膨張して圧力が上昇することにより、パワーピストン 242d が上昇する。次いで、等容冷却行程においては、加熱器 244 による熱膨張した作動ガスの低温空間側への流入によりディスプレイサピストン 241d が下降すると、熱膨張して流入した作動ガスが冷却器 245 により冷却される。そして、等温圧縮行程においては、低温空間側のシリンダ 241c 内で冷却された作動ガスが収縮して低温空間側のシリンダ 241c 内を減圧しパワーピストン 242d が下降する。この一連の駆動行程において、作動ガスの加熱、冷却に伴うピストンの往復運動により、クランク軸 243 の所定方向（矢印 P7）への回転が維持される。これにより、作動ガスの圧力エネルギーがクランク軸 243 の回転エネルギーに変換されて、該クランク軸 243 に接続された発電器（図示を省略）により電力に変換される。

【0112】ここで、発電器の構成は、上述した第 2、第 3 の構成例と同様に、電磁誘導や圧電変換による周知の発電器を適用することができる。また、図 16 に示したスターリングエンジンを備えた主発電部 12D の構成も、上述した各構成例と同様に、微小空間に集積化して形成される。さらに、本構成例においても、燃料ガスの燃焼に伴う熱エネルギーに基づいて、電力を発生する構成を有しているので、発電用燃料（燃料ガス）は、少なくとも、発火性又は燃焼性を有している必要がある。

【0113】このような構成を有するスターリングエンジンを主発電部に適用することにより、上述した第 3 の構成例と同様に、発電用燃料 FL の供給量を調整する簡易な制御方法により、任意の電力を発生することができるので、デバイス DVC（負荷 LD）の駆動状態に応じた適切な発電動作を実現することができる。また、微細化したスターリングエンジンとしての構成を適用することにより、比較的簡易な構成、かつ、振動の少ない動作により電力を発生しつつ、主発電部 12 を含む発電モジュール 10A の小型化を図ることができる。

【0114】なお、上述した第 2 乃至第 4 の構成例においては、発電用燃料 FL の燃焼反応に基づくガス圧力の変化を回転エネルギーを介して電力に変換する発電装置として、ガス燃焼タービン、ロータリーエンジン及びスターリングエンジンを備えたものを示したが、本発明はこれに限定されるものではなく、パルス燃焼エンジン等の各種の内燃機関又は外燃機関と、周知の電磁誘導あるいは圧電変換の原理を利用した発電器とを組み合わせたものを適用できることはいうまでもない。

【0115】（主発電部の第 5 の構成例）図 17 は、本実施形態に係る電源モジュールに適用可能な主発電部の第 5 の構成例を示す概略構成図である。第 5 の構成例においては、主発電部の具体例として、燃料パック 20A から出力制御部 14 を介して供給される発電用燃料 FL

31

を用い、燃焼反応（酸化反応）に基づいて熱エネルギーを発生することにより生じる温度差を利用した熱電変換発電により電力を発生する発電装置としての構成を有している。

【0116】図17（a）に示すように、第5の構成例に係る主発電部12Eは、概略、発電用燃料FLを燃焼反応（酸化反応）させて熱エネルギーを発生させる燃焼加熱器251と、概ね一定の温度を保持する定温部252と、燃焼加熱器251を第1の温度端、定温部252を第2の温度端として、第1及び第2の温度端間に接続された熱電変換素子253と、を備えた温度差発電器の構成を有している。ここで、熱電変換素子253は、図7（b）に示したものと同等の構成を有している。また、燃焼加熱器251は、発電用燃料FLが供給されることにより、燃焼反応を継続的に維持して高温を保持し、一方、定温部252は、電源システム1内外の他の領域に接触又は晒されることにより、略一定の温度（例えば、常温又は低温）を保持するように構成されている。なお、図17に示した温度差発電器からなる主発電部12Eの構成も、上述した各構成例と同様に、微小空間に集積化して形成される。

【0117】このような構成を有する主発電部12Eにおいて、図17（b）に示すように、燃料パック20Aに封入された発電用燃料が出力制御部14を介して、燃焼加熱器251に供給されると、発電用燃料の供給量に応じて燃焼（酸化）反応が進行して発熱し、燃焼加熱器251の温度が上昇する。一方、定温部252の温度は、ほぼ一定に設定されるように構成されているので、燃焼加熱器251と定温部252との間には温度差が発生する。そして、この温度差に基づいて、熱電変換素子253におけるゼーベック効果により、所定の起電力が発生して電力が生成される。

【0118】このような構成を有する温度差発電器を主発電部に適用することにより、上述した各構成例と同様に、発電用燃料FLの供給量を調整する簡易な制御方法により、任意の電力を発生することができるので、デバイスDVC（負荷LD）の駆動状態に応じた適切な発電動作を実現することができる。また、微細化した温度差発電器としての構成を適用することにより、比較的簡易な構成、かつ、振動のない動作により電力を発生しつつ、主発電部12を含む発電モジュール10Aの小型化を図ることができる。なお、本構成例においては、燃焼加熱器251と定温部252における温度差に基づいて、ゼーベック効果により電力を発生する温度差発電器について説明したが、本発明は、これに限定されるものではなく、熱電子放出現象に基づいて、電力を発生する構成を有するものであってもよい。

【0119】（主発電部の第6の構成例）図18は、本実施形態に係る電源モジュールに適用可能な主発電部の第6の構成例を示す概略構成図である。第6の構成例に

32

おいては、主発電部の具体例として、燃料パック20Aから出力制御部14を介して供給される発電用燃料FLを用い、電磁流体力学の原理により電力（起電力）を発生する発電装置としての構成を有している。

【0120】図18（a）に示すように、第6の構成例に係る主発電部12Fは、概略、導電性流体からなる発電用燃料FLが所定の流束で通過する流路の側壁を構成し、相互に対向する一対の電極ELa、ELbと、電極ELa、ELbの対向方向及び発電用燃料FLの流路方向のいずれにも垂直な方向に所定の強さの磁界を発生するNd-Fe-B系のネオジム永久磁石からなる磁界発生手段MGと、各電極ELa、ELbに個別に接続された出力端子Oc、Odと、を備えたMHD（Magneto-Hydro-Dynamics；電磁流体力学）発電器の構成を有している。ここで、発電用燃料FLは、プラズマや液体金属、導電性物質を含有する液体又は気体等の導電性流体（作動流体）であって、電極ELa、ELbに平行な方向（矢印P8）に流動するように流路が形成されている。

なお、本構成例に係る主発電部12Fにおいても、上述した各構成例と同様に、マイクロマシン製造技術を適用して、微小空間に集積化して形成される。

【0121】このような構成を有する主発電部12Fにおいて、図18（b）に示すように、磁界発生手段MGにより発電用燃料の流路方向に垂直に磁界Bを発生させ、流束uで発電用燃料（導電性流体）FLを流路方向に移動させることにより、ファラデーの電磁誘導の法則に基づいて、発電用燃料FLが磁界を横切るときに起電力 $u \times B$ が誘導され、発電用燃料FLが有するエンタルピーが電力に変換され、出力端子Oc、Od間に接続された負荷（図示を省略）に電流が流れる。これにより、発電用燃料FLが有する熱エネルギーが直接電力に変換される。

【0122】なお、MHD発電器の流路通過後の発電用燃料（導電性流体）FLを電源システム1の外部にそのまま排出する構成を適用する場合にあっては、発電用燃料FLが燃焼性又は毒性がある成分を含む場合は、発電用燃料FLを外部に排出する前に難燃化や無毒化する処理を行うか、該発電用燃料FLを回収する手段を備える必要があることはいうまでもない。

【0123】このような構成を有するMHD発電器を主発電部に適用することにより、流路を移動する発電用燃料FLの速度を調整する簡易な制御方法により、任意の電力を発生することができるので、デバイスDVCの駆動状態に応じた適切な発電動作を実現することができる。また、微細化したMHD発電器としての構成を適用することにより、駆動部品を必要としない極めて簡易な構成により電力を発生しつつ、主発電部12を含む発電モジュール10Aの小型化を図ることができる。

【0124】なお、上述した各構成例は、発電モジュール10Aに適用される主発電部12の一例を示したに過

33

ぎず、本発明に係る電源システムの構成を何ら限定するものではない。要するに、本発明に適用される主発電部12は、燃料パック20Aに封入された液体燃料又は液化燃料又は気体燃料が直接的又は間接的に供給されることにより、主発電部12内部で電気化学反応や発熱、吸熱反応に伴う温度差、圧力エネルギーや熱エネルギーの変換作用、電磁誘導等に基づいて電力を発生することができるものであれば、他の構成を有するものであってもよく、例えば、熱音響効果による外力発生手段と電磁誘導や圧電変換による発電器とを組み合わせたもの等を良好に適用することができる。

【0125】また、上述した各構成例のうち、第2乃至第5の構成例を適用した主発電部12においては、主発電部12に供給された発電用燃料FLを燃焼反応等させて熱エネルギーを取り出す際の点火動作のために、図3に示したように、上述した副発電部11から供給される電力を起動電力として用いるように構成されている。

【0126】＜動作制御部13＞本実施形態に係る発電モジュールに適用される動作制御部13は、図3に示すように、上述した副発電部11から供給される動作電力により動作し、本実施形態に係る電源システム1内外の各種情報、すなわち、電源システム1に接続されるデバイスDVC（負荷LD）の駆動状態に関する情報（負荷駆動情報）や、燃料パック20Aに封入された発電用燃料FLの残量等の電源システム1の動作状態に関する情報に基づいて、動作制御信号を生成、出力し、後述する主発電部12における動作状態を制御する。ここで、負荷駆動情報とは、デバイスDVCにおいて、コントローラCNTにより負荷LDを駆動制御する際に出力される特定の信号情報や、負荷LDの駆動状態（起動／負荷変動等）に応じて変動する負荷駆動電力の電圧変化等をいう。

【0127】すなわち、動作制御部13は、具体的には、主発電部12が動作していない状態で、例えば、デバイスDVC（負荷LD）の起動に伴って、コントローラCNTから出力された負荷駆動情報を検出した場合には、後述する起動制御部15に対して、出力制御部14及び主発電部12を起動させるための動作制御信号を出力し（起動制御）、また、主発電部12が動作している状態で、例えば、デバイスDVC（負荷LD）の駆動状態の変動に伴って、負荷駆動電力の電圧変化に関連した負荷駆動情報を検出した場合には、出力制御部14に対して、主発電部12から負荷LDに供給される負荷駆動電力が、負荷LDの駆動状態に対応した適切な値となるように、主発電部12における電力の発生量（発電量）を調整するための動作制御信号を出力する（フィードバック制御）。

【0128】一方、動作制御部13は、主発電部12が動作している状態で、例えば、上記フィードバック制御を実行しているにも関わらず、デバイスDVC（負荷LD

34

D）に供給されている負荷駆動電力が過剰となる状態に関連した負荷駆動情報を所定の時間継続して検出した場合や、デバイスDVCからの負荷停止に関する負荷駆動情報を検出した場合には、起動制御部15に対して、出力制御部14及び主発電部12の動作を停止させるための動作制御信号を出力する（停止制御）。

【0129】なお、電源システム1の外形状として、後述するように、汎用の化学電池のように正極と負極の端子電極のみによりデバイスDVC（負荷LD）と電気的に接続された構成を適用する場合にあっては、正極及び負極を介して、デバイスDVCに対して上記コントローラ電力や負荷駆動電力となる電力を供給するとともに、その変動を動作制御部13により常時監視することにより、負荷LDの駆動状態を検出するように構成することができる。

【0130】＜出力制御部14＞図19は、本発明に係る電源システムに適用される発電モジュールの一実施形態の他の例の要部構成を示すブロック図である。本実施形態に係る発電モジュールに適用される出力制御部14は、図3に示すように、直接又は起動制御部15を介して、動作制御部13から出力される動作制御信号に基づいて、上述した副発電部11から供給される電力（起動電力）により動作し、主発電部12における動作状態（起動動作、定常動作、停止動作、電力の発生量（発電量））を制御する。

【0131】具体的には、例えば、発電用燃料の流量や吐出量を調整する流量調整手段等を備え、上述した各構成例に示した主発電部12において、所定の電力からなる負荷駆動電力を生成、出力するために必要な量の発電用燃料（液体燃料、液化燃料又は気体燃料）が供給されるように、動作制御信号に基づいて流量調整手段を制御する。

【0132】なお、本実施形態において、主発電部12として上述した第1の構成例（図12参照）に示した燃料改質方式の燃料電池の構成を適用した場合にあっては、図19に示すように、出力制御部14の構成として、動作制御部13からの動作制御信号に基づいて、主発電部12Aに供給される発電用燃料（燃料電池本体210bに供給する水素ガス）の量を制御する燃料制御部14aと、主発電部12Aに供給される空気（燃料電池本体210bに供給される酸素ガス）の量を制御する空気制御部14bと、を備えるようにしてもよい。

【0133】この場合、燃料制御部14aは、動作制御部13から出力される動作制御信号に基づいて、燃料電池本体210bにおいて、所定の電力を発生するために必要な量の水素ガス（H₂）となる分の発電用燃料や水等を、燃料パック20Aから取り込んで燃料改質部210aに供給する制御を行い、また、空気制御部14bは、上記水素ガスを用いた電気化学反応（化学反応式（6）及び（7）参照）に応じた必要な量の酸素ガス

35

(O_2) を、大気中から取り込んで燃料電池本体 210b の空気極 212 に供給する制御を行う。このような燃料制御部 14a 及び空気制御部 14b により主発電部 12 への水素ガス (H_2) 及び酸素ガス (O_2) の供給量を調整することにより、主発電部 12 (燃料電池本体 210b) における電気化学反応の進行状態が制御され、負荷駆動電力となる電力の発生量 (発電量) が制御される。

【0134】ここで、空気制御部 14b は、主発電部 12 における単位時間当たりの酸素の最大消費量に相当する空気を供給することができるものであれば、主発電部 12 の空気極 212 に供給する酸素ガスの量を制御することなく、主発電部 12 の動作時に常に供給するように設定されていてもよい。すなわち、図 19 に示した発電モジュール 10A の構成においては、出力制御部 14 は、電気化学反応の進行状態を燃料制御部 14a のみで制御し、空気制御部 14b の代わりに後述するような通気孔 (スリット) を設け、主発電部 12 における電気化学反応に用いられる最低限以上の量の空気 (酸素) が該通気孔を介して、常時供給されるように構成されているものであってもよい。

【0135】< 起動制御部 15 > 本実施形態に係る発電モジュールに適用される起動制御部 15 は、図 3 に示したように、上述した副発電部 11 から供給される電力により動作し、動作制御部 13 から出力される動作制御信号に基づいて、少なくとも、出力制御部 14 (構成によっては、主発電部 12 を含む) に対して電力 (起動電力) を供給して、主発電部 12 を待機状態から発電可能な動作状態に移行する起動制御を行う。

【0136】具体的には、図 19 に示した構成にあっては、起動制御部 15 は、主発電部 12A (燃料電池本体 210b) が動作していない状態で、動作制御部 13 から主発電部 12A を起動させるための動作制御信号を受け取ると、燃料制御部 14a、空気制御部 14b 及び主発電部 12A (燃料改質部 210a) に対して、副電源部 11 から出力される起動電力を供給して動作状態に制御し、燃料電池本体 210b の燃料極 211 に水素ガス (H_2) を、また、空気極 212 に酸素ガス (O_2) を供給することにより、燃料電池本体 210b を起動させて、所定の電力を発生する動作状態 (定常状態) に移行させる。

【0137】また、起動制御部 15 は、主発電部 12A が駆動している状態で、動作制御部 13 から主発電部 12A (燃料電池本体 210b) を停止させるための動作制御信号を受け取ると、少なくとも、燃料制御部 14a 及び空気制御部 14b を制御して、燃料電池本体 210b への水素ガス (H_2) 及び酸素ガス (O_2) の供給を停止することにより、燃料電池本体 210b における電力の生成 (発電) を停止させて、副発電部 11、及び、該副発電部 11 からの電力 (動作電力、コントローラ電

36

力) により動作制御部 13 及びデバイス DVC のコントローラ CNT のみが動作している待機状態に移行させる。

【0138】なお、ここでは、主発電部 12 として、燃料改質方式の燃料電池を適用し、起動制御部 15 により出力制御部 14 (燃料制御部 14a 及び空気制御部 14b) 及び主発電部 12A への起動電力の供給を制御して、主発電部 12A への発電用燃料及び空気の供給、遮断を制御することにより、主発電部 12A の動作状態 (起動動作、停止動作) を制御する場合について説明したが、上述した他の構成例 (例えば、内燃機関や外燃機関等を備えた発電装置) を主発電部 12 に適用する場合であっても、略同等の制御により、主発電部 12 の動作状態が制御される。また、主発電部 12 として、燃料直接供給方式の燃料電池を適用する場合等、主発電部 12 において起動電力を必要とすることなく、発電用燃料の供給、遮断を制御するだけで、起動制御部 15 により出力制御部 14 (燃料制御部 14a) に対してのみ起動電力の供給を制御するものであってもよい。

【0139】さらに、図 3 に示した構成においては、起動制御部 15 及び出力制御部 14 (図 19 に示した構成においては、燃料制御部 14a) には、副発電部 11 からの電力が動作電力又は起動電力として供給されるが、主発電部 12 の定常動作時に出力制御部 14 等で消費する電力が副発電部 11 から供給される電力のみでは十分でない場合には、副発電部 11 からの電力に加えて、主発電部 12 で生成される電力の一部を出力制御部 14 等に出力することにより維持することができる (図 3、図 19 中、点線矢印参照)。

【0140】このとき、電源システムとして、デバイスに駆動電力として供給される電力が損なわれないように、出力制御部 14 は、出力制御部 14 自体で消費される電力の上積み分に相当する発電用燃料及びデバイスに供給される電力分に相当する発電用燃料の総量を、主発電部 12 に供給するように制御する。なお、図 18 に示した構成にあっては、燃料制御部 14a により、上記発電用燃料の総量を燃料改質部 210a を介して燃料電池本体 210b の燃料極 211 に供給するとともに、空気制御部 14b により、燃料電池本体 210b において十分な電力を発生 (発電) するために必要な酸素量を満たす空気を燃料電池本体 210b の空気極 212 に供給するように制御する。

【0141】(B) 燃料パック

本発明に係る電源システムに適用される燃料パック 20A は、例えば、その組成成分に水素を含有する液体燃料や液化燃料、又は、気体燃料からなる発電用燃料 FL が、充填、封入された密閉性の高い燃料貯蔵容器であって、図 3 に示したように、発電モジュール 10A に対して、I/F 部 30A を介して着脱可能に結合された構成を有している。ここで、燃料パック 20A に封入された

発電用燃料FLは、後述するI/F部30Aに設けられた燃料送出経路を介して発電モジュール10Aに取り込まれ、上述した出力制御部14により、デバイスDVCの駆動状態（負荷状態）に応じた負荷駆動電力となる所定の電力を発生するために必要な供給量の発電用燃料FLが、主発電部12に随時供給される。

【0142】また、副発電部11として、上述したように、燃料バック20Aに封入された発電用燃料FLの一部を用い、電気化学反応や触媒燃焼反応、力学的なエネルギー変換作用等を利用して、電力を発生する構成を適用する場合には、少なくとも、デバイスDVCのコントローラ電力及び動作制御部13等の動作電力となる電力を発生するために必要な最低限の供給量の発電用燃料FLが、I/F部30Aを介して副発電部11に常時供給される。

【0143】ここで、本実施形態に係る電源システム1においては、発電モジュール10Aと燃料バック20Aが着脱可能な構成を有しているので、燃料バック20Aが発電モジュール10Aに結合された状態でのみ、発電モジュール10Aに発電用燃料FLを供給するように構成されている。すなわち、燃料バック20Aは、発電モジュール10Aに結合されていない状態では、内部に封入された発電用燃料FLが燃料バック20A外部に漏出しないように、例えば、燃料バック20A内部の燃料封入圧力やバネ等の物理的な圧力等により、燃料送出経路を常時閉止する方向に制御する制御弁等からなる燃料漏出防止手段を備え、I/F部30Aを介して発電モジュール10Aに結合されることにより、例えば、I/F部30A（又は、発電モジュール10A）に設けられ、燃料漏出防止手段による漏出防止機能を解除する手段（漏出防止解除手段）が接触又は押圧することによって、上記制御弁の閉止状態を解除して、燃料バック20Aに封入された発電用燃料FLをI/F部30Aを介して発電モジュール10Aに供給する。

【0144】なお、このような構成を有する燃料バック20Aにおいては、燃料バック20Aに封入された発電用燃料FLがなくなる前に、発電モジュール10Aから燃料バック20Aが分離された場合には、上記燃料漏出防止手段の漏出防止機能が再び作動することにより（例えば、漏出防止解除手段が非接触状態となることにより、上記制御弁が再び閉止状態になって）、発電用燃料FLの漏出が防止され、燃料バック20A単独での持ち運びが可能となる。

【0145】また、このような構成を有する燃料バック20Aにおいて、発電モジュール10Aから分離した状態で、燃料漏出防止手段の漏出防止機能を強制的に解除することができるように構成されていてもよい。これによれば、例えば、燃料バック20Aに封入された発電用燃料FLがなくなったときや少なくなったときには、燃料バック20Aを発電モジュール10Aから分離して、

燃料漏出防止手段の漏出防止機能を一時的に解除し、燃料バック20A内部に発電用燃料FLを繰り返し注入、充填することにより、燃料バック20A自体を再利用（リサイクル）することができるので、廃棄物の発生量を削減して、環境への負担を軽減することができる。

【0146】また、燃料バック20Aの構成としては、上述したような可逆的な機能を有する制御弁等からなる燃料漏出防止手段を備えた構成のほかに、一旦漏出防止機能を解除すると発電用燃料の送出を一時的に開始、継続する不可逆的な機能を有する封密部等からなる燃料漏出防止手段を備えたものを適用することもできる。この場合にあっては、燃料バック20Aを発電モジュール10Aに一旦結合した場合、燃料バック20A内に封入された発電用燃料FLがなくなるまで使い切った後に、燃料バック20Aを分離するような使用形態に良好に適用することができる。このような構成においても、燃料バック20Aを発電モジュール10Aに結合する前の状態においては、発電用燃料FLの漏出を防止することができ、安全性の高い電源システムを実現することができる。

【0147】ここで、燃料バック20Aは、上述したような燃料貯蔵容器としての機能を有しつつ、特定の環境条件下において、元来自然界に存在し、かつ、自然を構成する物質、又は、環境汚染等の発生を生じない物質への変換が可能な材料により構成されている。すなわち、燃料バック20Aは、例えば、自然界に投棄又は埋め立て処理された場合であっても、土壌中の微生物や酵素等の働き、あるいは、太陽光線の照射、雨水や大気等により、自然界に無害な物質（元来自然界に存在し、かつ、自然を構成する物質、例えば、水と二酸化炭素等）に変換される各種の分解反応からなる特性、例えば、生分解性や光分解性、加水分解性、酸化分解性等の分解特性を有する高分子材料（プラスチック）等により構成することができる。

【0148】また、燃料バック20Aは、人為的な加熱・焼却処理や薬品・化学処理等を行った場合であっても、有機塩素化合物（ダイオキシン類；ポリ塩化ジベンゾパラジオキシン、ポリ塩化ジベンゾフラン）や塩化水素ガス、重金属等の有害物質もしくは環境汚染物質を発生しない、又は、発生が抑制された材料により構成されているものであってもよい。ここで、燃料バック20Aを構成する材料（例えば、上記高分子材料）は、封入される発電用燃料FLとの接触により、少なくとも短期間で分解されるおそれがなく、また、封入される発電用燃料FLを、少なくとも短期間で燃料としての利用が不可能となるほど変質させるものではないことはいうまでもなく、さらに、該高分子材料により構成された燃料バック20Aが、外的な物理的応力に対して十分な強度を有しているものであることもいうまでもない。

【0149】以下に、本実施形態に係る燃料バックに適

39

用可能な構成材料について、その代表例を示す。生分解性プラスチックとしては、具体的には、石油系原料から合成される化学合成系の有機化合物を含む高分子材料（ポリ乳酸、脂肪族ポリエステル、共重合ポリエステル）や、微生物産生系のバイオポリエステル、トウモロコシやサトウキビ等の植物系原料から抽出されるでんぷんやセルロース、キチン、キトサン等からなる天然物利用系の高分子材料等を良好に適用することができる。このような生分解性プラスチックにおける代表的な分解反応は、土壌中の微生物や酵素による加水分解→酵素分解→体内吸収といった一連の活動により、水と二酸化炭素が排出されるものである。

【0150】光分解性プラスチックとしては、具体的には、光エネルギーを取り込んで高分子の分解（光化学反応）を生じる官能基等を、分子の結合鎖中に導入したエチレンー酸化炭素共重合体やビニルケトンービニルモノマー共重合体等の感光性官能基導入型の高分子材料や、光化学反応を生じる試薬、例えば、芳香族ケトン（ベンゾフェノン、アセトフェノン等）等を添加した官能性試薬添加型の高分子材料等を良好に適用することができる。このような光分解性プラスチックにおける分解反応は、太陽光線（特に、紫外線）に長時間照射されることにより、光化学反応や光酸化反応が生じてプラスチックを構成する長い分子が切れて、より低分子構造の物質へと変化するものである。

【0151】また、焼却処理を行った場合であっても、有機塩素化合物（ダイオキシン類）や塩化水素ガス等の有害物質の発生を抑制することができる材料としては、具体的には、ハロゲン及びハロゲン化合物、特に、塩素を含まないポリプロピレン（PP）やポリエチレン（PE）、ポリスチレン（PS）等の高分子材料を良好に適用することができる。このような塩素を含まない高分子材料における分解反応は、人為的な焼却処理により、最終的に二酸化炭素と水に分解される。

【0152】なお、上述した構成材料の代表例は、燃料バックを自然界に投棄又は埋め立て処理した場合や一般焼却ゴミとして焼却処理した場合のような自然環境への影響が最も懸念される場合に対応した材質又は材料について説明したが、本発明は、これに限定されるものではなく、リサイクル性に優れた（リサイクルした際のエネルギーの使用量が低減される）材料、例えば、アルミニウム等の金属類であってもよい。このような材料を燃料バックに適用することができる使用形態としては、一般消費者による使用のほかに、例えば、企業や事業所、研究所、学校教育施設等の比較的閉ざされた流通環境内での特殊な使用形態であって、燃料バックの回収が略100%可能な場合に良好に適用することができる。ここで、上述したように、化学電池のリサイクルによる回収率は、僅か20%程度に過ぎず、残りの80%程度が自然界に投棄、又は、埋め立て処理されている現状を鑑み

40

ると、燃料バック20Aの材料としては、分解特性を有する材料、特に、生分解性プラスチックを適用することが望ましい。

【0153】また、燃料バック20Aを構成する材料としては、上述したような環境への負担の軽減という特性（以下、便宜的に「環境適応性」という）のほかに、上記燃料貯蔵容器としての基本的な機能を有していることを必要とすることはいうまでもない。すなわち、本実施形態に係る電源システムを可搬型又は携帯型のポータブル電源として利用する場合にあっては、上記の環境適応性に加え、軽量高剛性や発電用燃料との親和性（燃料に対する耐腐食性が高く、かつ、燃料の変質性が低い特性）、燃料密閉性等の諸特性を有している必要がある。これによれば、後述するように、気体からなる発電用燃料に高圧力を印加して液化し、密封する場合に良好に適用することができる。なお、発電用燃料との親和性に劣る材質であっても、燃料バックの内壁に、上述したような親和性を有する材料をコーティング等することにより、良好に適用することもできる。

【0154】さらに、燃料バック20Aが透明又は半透明の材質又は材料により構成されていれば、発電用燃料（液体燃料）の残量を視認することができるので、その残量に基づいて、電源システムの利用可能な残り時間を把握したり、あるいは、発電用燃料の補充の準備や新たな燃料バックの購入を促すことができ、本発明に係る電源システムの利便性を向上することができる。

【0155】また、本実施形態に係る電源システム1に用いられる発電用燃料FLとしては、少なくとも、発電用燃料FLが封入された上記燃料バック20Aが、自然界に投棄、又は、埋め立て処理されて、大気中や土壌中、水中に漏れ出した場合であっても、自然環境に対して汚染物質とならないこと、上述した発電モジュール10Aの主発電部12において、高いエネルギー変換効率で電力を発生することができること、所定の封入条件（圧力、温度等）の下で安定した液体状態又は気体状態を保持し、好ましくは、常温、常圧下で気化して気体の状態で発電モジュール10Aに供給される燃料物質であること、さらに、当該発電用燃料FLの製造（生成）や市場への供給が比較的容易かつ経済性に優れ、その取り扱い上の安全性が高いこと等の特徴を有していることが好ましく、具体的には、上述したメタノールやエタノール、ブタノール等のアルコール系の液体燃料や、常温、常圧下で気体であるジメチルエーテルやイソブタン、天然ガス等の炭化水素からなる液化燃料、もしくは、水素ガス等の気体燃料を良好に適用することができる。なお、安全性等にやや劣るような燃料物質であっても、例えば、後述するように、燃料バック20内の発電用燃料FLの封入状態を安定化させるための燃料安定化手段等の構成を設けることにより、電源システムの安全性を確保することができ、発電用燃料として良好に適用するこ

とができる。

【0156】したがって、このような構成を有する燃料バック20A及び発電用燃料FLによれば、本実施形態に係る電源システム1の全部又は一部（燃料バック20Aや発電用燃料FL等）が、仮に自然界に投棄された場合や、人為的に埋め立て処理、焼却処分、薬品処理等された場合であっても、自然環境に対して大気や土壌、水質の汚染、あるいは、環境ホルモンの生成等を大幅に抑制することができ、環境破壊の防止や自然環境の美観悪化の抑制、人体に対する悪影響の防止に寄与することができる。

【0157】また、燃料バック20Aへの発電用燃料FLの補充や燃料バック20Aの交換、再利用（リサイクル）を行うことができるので、燃料バック20Aや発電モジュール10Aの廃棄量を大幅に削減することができる。この場合、単一の発電モジュール10Aに対して、新たな燃料バック20Aを交換して取り付け、デバイスDVCに装着して利用することができるので、汎用の化学電池と略同様に、簡便な使用形態の電源システムを提供することができる。

【0158】なお、発電モジュール10Aの副電源部11及び主発電部12における電力の発生に際し、電力以外に副生成物が生じる場合であって、該副生成物が周辺環境に悪影響を及ぼす場合や、デバイスDVCに対して動作不良等の機能上の影響を及ぼす可能性がある場合等には、後述する副生成物回収手段により回収された該副生成物を保持する手段を、燃料バック20A内部に設けた構成を適用することができる。この場合、燃料バック20Aは、発電モジュール10Aから取り外された状態では、燃料バック20A内（回収保持手段）に一旦回収保持された副生成物が燃料バック20A外部に漏出しないうように、例えば、副生成物を吸収、吸着固定、定着等することができる吸収ポリマーや、バネ等の物理的な圧力等により閉止する制御弁等を備えた構成を適用することができる。副生成物の回収保持手段の構成については、上記副生成物回収手段とともに併せて後述する。

【0159】（C）I/F部

本発明に係る電源システムに適用されるI/F部30Aは、図2に示したように、少なくとも、発電モジュール10Aと燃料バック20Aを物理的に着脱（結合、離脱）するとともに、燃料バック20Aに封入された発電用燃料FLを、燃料送出経路を介して、所定の状態で発電モジュール10Aに供給する機能を備えている。ここで、上述したように、I/F部30Aは、燃料バック20A又は発電モジュール10Aのいずれか一方に一体的に、あるいは、双方に分割して設けられるものであってもよいし、燃料バック20A及び発電モジュール10Aとは別個独立して設けられるものであってもよい。また、I/F部30Aは、上記燃料送出経路に加え、燃料

バック20Aに設けられた燃料漏出防止手段の漏出防止機能を解除する漏出防止解除手段を備えたものであってもよく、さらに、後述するように、発電モジュール10Aの副電源部11及び主発電部12において生成される副生成物を回収する副生成物回収手段をも備えた構成を適用する場合にあっては、該副生成物を燃料バック20A内に送出するための副生成物回収経路を備えたものであってもよい。

【0160】また、I/F部30Aは、発電モジュール10A及び燃料バック20Aが相互に結合されている状態でのみ、燃料送出経路を介して、燃料バック20Aに所定の条件（温度、圧力等）の下で封入された発電用燃料FLを液体燃料として、あるいは、気化して気体燃料（燃料ガス）として発電モジュール10A（副電源部11及び主発電部12）に供給する。具体的には、I/F部30Aを介して、燃料バック20Aが発電モジュール10Aに結合されることにより、燃料バック20Aに設けられた燃料漏出防止手段の漏出防止機能が漏出防止解除手段により解除され、燃料送出経路を介して、発電モジュール10Aに発電用燃料FLが供給可能な状態となる。

【0161】したがって、I/F部30Aを介して、発電モジュール10A及び燃料バック20Aを結合した状態でのみ、燃料バック20Aから発電モジュール10Aに発電用燃料FLが供給されるので、燃料バック20Aを単独で持ち運ぶ場合であっても、発電用燃料FLの漏出を防止することができ、安全性の高い電源システムを実現することができる。

【0162】なお、上述したように、I/F部30Aは、燃料バック20Aに一体的に設けられるものであってもよいが、この場合、I/F部30Aは、上述した燃料バック20Aと同様に、少なくとも自然環境下において、分解性を示す生分解性プラスチック等の高分子材料により構成されていることが望ましい。これにより、I/F部30Aが一体的に設けられた燃料バック20Aが自然界に投棄又は埋め立て処理等された場合であっても、自然環境に対する大気や土壌、水質の汚染、美観の悪化、あるいは、人体に対する環境ホルモンの生成等による悪影響を抑制することができる。

【0163】＜全体動作＞次に、上述した構成を有する電源システムの全体動作について、図面を参照して説明する。図20は、電源システムの概略動作を示すフローチャートである。ここでは、上述した電源システムの構成（図3）を適宜参照して説明する。

【0164】上述した構成を有する電源システム1は、図20に示すように、大別して、燃料バック20Aに封入された発電用燃料FLを発電モジュール10Aに供給して、副電源部11において上記動作電力及びコントローラ電力となる電力を常時継続的に生成して出力する初期動作（ステップS101、S102）と、デバイスD

43

VCにおける負荷LDの駆動に基づいて、燃料バック20Aに封入された発電用燃料FLを主発電部12に供給して、負荷駆動電力となる電力を発生して出力する起動動作（ステップS103～S106）と、上記負荷LDの駆動状態の変化に基づいて、主発電部12に供給される発電用燃料FLの量を調整して、負荷の駆動状態に応じた電力を発生して出力するフィードバック制御を行う定常動作（ステップS107～S110）と、上記負荷LDの停止に基づいて、主発電部12への発電用燃料FLの供給を遮断して、電力の生成を停止する停止動作（ステップS111～S114）と、を実行するように制御される。これにより、既存のデバイスDVCにおいても適用可能な電源システムが実現される。

【0165】（A）初期動作

まず、初期動作においては、燃料バック20AをI/F部30Aを介して発電モジュール10Aに結合することにより、燃料バック20Aに設けられた燃料漏出防止手段の漏出防止機能が解除され、燃料送出経路の毛細管現象により燃料バック20Aに封入された発電用燃料が燃料送出経路内を移動して、発電モジュール10Aの副電源部11に自動的に供給され（ステップS101）、副電源部11において、少なくとも、上記動作制御部13等の動作電力、及び、デバイスDVCのコントローラ電力となる電力が自立的に生成され、常時継続的に出力される（電源システムがデバイスに接続されるまでは、動作制御部13等の動作電力となる電力のみが出力される）（ステップS102）。

【0166】これにより、発電モジュール10Aの動作制御部13が動作状態になって、デバイスDVCからの負荷駆動情報を監視する。また、電源システムがデバイスDVCに接続されることにより、副電源部11により生成される電力の一部がコントローラ電力としてデバイスDVCに内蔵されたコントローラCNTに供給されて、コントローラCNTが駆動状態になって、デバイスDVCの負荷LDの駆動を制御するとともに、該駆動状態を電源システム1（発電モジュール10A）の動作制御部13に負荷駆動情報として通知する。

【0167】（B）起動動作

次いで、起動動作においては、デバイスDVCの利用者等が負荷LDを駆動するための操作を行うと、コントローラCNTから発電モジュール10Aの動作制御部13に対して負荷駆動電力となる電力の供給を要求する電力供給要求信号が負荷駆動情報として出力される。動作制御部13は、電源システム1の端子部184を介して入力される電圧変位からなる該負荷駆動情報を受け取ると（ステップS103）、起動制御部15に対して主発電部における発電動作を開始（起動）するための動作制御信号を出力する（ステップS104）。

【0168】起動制御部15は、動作制御部13からの動作制御信号に基づいて、出力制御部14及び主発電部

44

12に対して、副電源部11により生成される電力の一部を起動電力として供給することにより（ステップS105）、燃料バック20Aに封入された発電用燃料FLを、出力制御部14を介して主発電部12に供給して、負荷駆動電力となる電力を発生させてデバイスDVC（負荷LD）に出力する動作を行う（ステップS106）。これにより、デバイスDVCにおける負荷LDの駆動に対して、主発電部12が自動的に起動し、所定の出力電圧からなる負荷駆動電力が供給されるので、汎用の化学電池と略同等の電気的特性を実現しつつ、負荷LDを良好に駆動することができる。

【0169】なお、この起動動作において、動作制御部13は、主発電部12により生成され、デバイスDVCに供給される電力（負荷駆動電力）の電圧変化を負荷駆動情報の一つとして監視し、該電圧データそのもの、もしくは、所定の電圧に到達したことを示す起動終了信号を、デバイスDVCのコントローラCNTに出力するように構成されているものであってもよい。これにより、負荷駆動電力の電圧値に基づいて、負荷LDの駆動状態を制御する構成を有するデバイスDVCに対しても、電源として良好に適用することができる。

【0170】（C）定常動作

次いで、定常動作においては、動作制御部13は、主発電部12により生成され、デバイスDVCに供給される負荷駆動電力の出力電圧の変化を負荷駆動情報として常時監視し（ステップS107）、該負荷駆動電力の出力電圧が所定の電圧範囲（例えば、汎用の化学電池における出力電圧の変動範囲）内に設定されるように、主発電部12において生成される電力の量（発電量）を増減制御するための動作制御信号を出力制御部14に出力する（ステップS108）。

【0171】出力制御部14は、動作制御部13からの動作制御信号に基づいて、主発電部12に供給する発電用燃料FLの量を調整して（ステップS109）、デバイスDVCに供給される負荷駆動電力の出力電圧が上記電圧範囲に設定されるようにフィードバック制御を行う（ステップS110）。これにより、デバイスDVC側の負荷LDの駆動状態（負荷状態）の変化により、負荷駆動電力に電圧変化が生じた場合であっても、該負荷LDの駆動に伴って変化するデバイスDVCの消費電力に対応した電力を供給することができる。

【0172】また、デバイスDVCのコントローラCNTにより、負荷LDの駆動状態が把握され、該駆動状態に応じた電力の供給を電源システム側に要求する機能を備えている場合にあっては、動作制御部13は、コントローラCNTからの電力変更要求信号を負荷駆動情報として受け取り（ステップS107）、主発電部12において生成される電力を上記要求に応じた出力電圧に設定するための動作制御信号を出力制御部14に出力する（ステップS108）。

45

【0173】出力制御部14は、動作制御部13からの動作制御信号に基づいて、主発電部12に供給する発電用燃料FLの量を調整して（ステップS109）、デバイスDVCに供給される負荷駆動電力の出力電圧が上記要求に応じた電圧に設定されるように制御する（ステップS110）。これにより、デバイスDVC側の負荷LDの駆動状態（負荷状態）に応じて適切な電力が供給されるので、負荷LDの駆動状態の変化に伴う負荷駆動電力の電圧変化が大幅に抑制され、デバイスDVCにおける動作異常の発生を抑制することができる。

【0174】（D）停止動作

次いで、上述した定常動作においてフィードバック制御中に、デバイスDVCがオン状態からオフ状態に移行する場合、或いは何らかの理由によりデバイスDVCや電源システム1が異常動作を引き起こした場合には、デバイスDVCに供給される負荷駆動電力の出力電圧が所定の電圧範囲を逸脱する状態が所定時間に達するまで継続されるので、この電圧範囲及び継続時間の条件を満たしたと動作制御部13が判定すると、この判定結果を負荷駆動情報として扱い（ステップS111）、主発電部12における電力の生成を停止するための動作制御信号を出力制御部14に出力する（ステップS112）。

【0175】出力制御部14は、動作制御部13からの動作制御信号に基づいて、主発電部12への発電用燃料FLの供給を遮断するとともに、水素生成のための吸熱反応を促進するためのヒータの加熱を停止して（ステップS113）、主発電部12の動作を停止し（ステップS114）、デバイスDVCへの負荷駆動電力の供給を停止する。すなわち、デバイスDVCの使用者等が負荷LDを停止する操作を行うことにより、あるいは、電源システム1がデバイスDVCから取り外されること等により、負荷がなくなると、上述した定常動作において、負荷駆動電力の出力電圧を所定の電圧範囲に設定するフィードバック制御を行った場合であっても、予め設定した負荷駆動電力の電圧範囲を大きく逸脱するため、動作制御部13により、このような状態が一定時間以上継続して検出された場合には、デバイスDVCの負荷LDが停止または無くなったと判断して主発電部12における発電動作を停止する。

【0176】また、デバイスDVCのコントローラCNTにより、負荷LDの停止状態が把握され、電力の供給停止を電源システム側に要求する機能を備えている場合にあっては、動作制御部13は、コントローラCNTからの電力停止要求信号を負荷駆動情報として受け取り（ステップS111）、主発電部12における電力の生成を停止するための動作制御信号を出力制御部14に出力する（ステップS112）。

【0177】出力制御部14は、動作制御部13からの動作制御信号に基づいて、主発電部12への発電用燃料FLの供給を遮断するとともに、水素生成のための吸熱

46

反応を促進するためのヒータの加熱を停止して（ステップS113）、主発電部12の動作を停止し（ステップS114）、デバイスDVCへの負荷駆動電力の供給を停止する。これにより、デバイスDVCにおける負荷LDの停止等に対して、発電用燃料の供給が遮断されて主発電部12が自動的に停止するので、発電用燃料FLの効率的な消費を図りつつ、汎用の化学電池と略同等の電気的特性を実現することができる。

【0178】このように、本実施形態に係る電源システムによれば、電源システムの外部から燃料等の供給を受けることなく、電源システムに接続される負荷LD（機器等）の駆動状態（負荷駆動情報）に応じて、所定の駆動電力となる電力の供給、停止制御、及び、電力の発生量の調整制御を行うことができるので、発電用燃料を効率的に消費することができる。したがって、汎用の化学電池と略同等の電気的特性を実現しつつ、環境への負担が小さく、かつ、エネルギーの利用効率が極めて高い電源システムを提供することができる。

【0179】また、本実施形態に係る電源システムにおいては、後述するように、発電モジュールを、マイクロマシン製造技術を適用して微小空間に集積化して形成することにより小型軽量化し、単3型等のように日本工業規格（JIS）等の規格に則った汎用の化学電池と同等の形状になるように構成することにより、外形形状及び電気的特性（電圧・電流特性）のいずれにおいても汎用の化学電池との高い互換性を実現することができ、既存の電池市場における普及を一層容易なものとすることができる。これにより、環境問題やエネルギー利用効率等の点で課題が多い既存の化学電池に替えて、燃料電池等の有害物質の排出が大幅に抑制され、かつ、高いエネルギー利用効率を実現することができる発電装置を適用した電源システムを容易に普及させることができるので、環境への影響を抑制しつつ、エネルギー資源の利用効率を図ることができる。

【0180】〔第2の実施形態〕次に、本発明に係る電源システムに適用される発電モジュールの第2の実施形態について、図面を参照して説明する。図21は、本発明に係る電源システムに適用される発電モジュールの第2の実施形態を示すブロック図である。ここで、上述した第1の実施形態と同等の構成については、同一の符号を付して、その説明を簡略化又は省略する。

【0181】上述した第1の実施形態に係る発電モジュール10Aにおいては、副電源部11において利用された発電用燃料FLを排出ガスとして電源システム1の外部にそのまま排出するか、あるいは、後述する副生成物回収手段により回収する構成について言及したが、本実施形態に係る発電モジュール10Bにおいては、副電源部11における発電動作が発電用燃料FLの成分変化を伴わない場合、もしくは、成分変化を伴った場合であっても特定の燃料成分が含まれている場合には、副電源部

11において利用された発電用燃料FLを、主発電部12における発電用燃料として、そのまま、もしくは、特定の燃料成分を抽出して再度利用する構成を有している。

【0182】具体的には、図21に示すように、本実施形態に係る発電モジュール10Bは、上述した第1の実施形態（図3参照）と同様の構成及び機能を有する副電源部11と、主発電部12と、動作制御部13と、出力制御部14と、起動制御部15とを備え、特に、副電源部11において電力の生成に利用された後の発電用燃料（排出ガス）の全部又はその一部が、発電モジュール10Bの外部に排出されることなく、出力制御部14を介して、主発電部12に供給されるように構成されている。

【0183】すなわち、本実施形態に適用される副電源部11は、燃料バック20からI/F部30を介して供給される発電用燃料FLの燃料成分を消費、変換することなく、所定の電力を発生、出力することができる構成（例えば、上述した第1の実施形態における第2、第3、第5又は第7の構成例に示した発電装置）、もしくは、発電用燃料FLの燃料成分を消費、変換する場合であっても、主発電部12における発電動作に利用可能な燃料成分を含む排出ガスを生成する構成（例えば、上述した第1の実施形態における第4又は第6の構成例に示した発電装置）を有している。

【0184】また、主発電部12として、上述した第1の実施形態における第1乃至第6の構成例に示した発電装置を適用する場合にあっては、燃料バック20に封入される発電用燃料FLとして、発火性又は燃焼性を有する燃料物質、例えば、メタノールやエタノール、ブタノール等のアルコール系の液体燃料やジメチルエーテルやイソブタン、天然ガス等の炭化水素からなる液化燃料、水素ガス等の気体燃料が適用される。

【0185】すなわち、上記液体燃料や液化燃料は、所定の封入条件（温度、圧力等）で燃料バック20に封入された状態では液体であり、副電源部11に供給される際の常温、常圧等の所定の環境条件に移行することにより、気化して高圧の燃料ガスとなり、また、気体燃料は、所定の圧力で圧縮した状態で燃料バック20に封入され、副電源部11に供給される際に、封入圧力に応じた高圧の燃料ガスとなるので、このような発電用燃料FLにより、例えば、副電源部11において燃料ガスの圧力エネルギーを用いて、コントローラ電力や動作電力となる電力を発生した後、主発電部12において副電源部11の排出ガスを用いた電気化学反応や燃焼反応等により、負荷駆動電力となる電力を発生することができる。

【0186】[第3の実施形態] 次に、本発明に係る電源システムに適用される発電モジュールの第3の実施形態について、図面を参照して説明する。図22は、本発明に係る電源システムに適用される発電モジュールの第

3の実施形態を示すブロック図である。ここで、上述した第1の実施形態と同等の構成については、同一の符号を付して、その説明を簡略化又は省略する。

【0187】上述した第1及び第2の実施形態に係る発電モジュール10A、10Bにおいては、副電源部11として、燃料バック20から供給される発電用燃料FLを用いて、所定の電力を常時、自立的に発生する構成を適用した場合について説明したが、本実施形態に係る発電モジュールにおいては、副電源部が燃料バック20に封入された発電用燃料FLを用いることなく、所定の電力を常時、自立的に発生する構成を有している。

【0188】具体的には、図22に示すように、本実施形態に係る発電モジュール10Cは、上述した第1の実施形態（図3参照）と同様の構成及び機能を有する主発電部12と、動作制御部13と、出力制御部14と、起動制御部15とを備え、燃料バック20に封入された発電用燃料FLを用いることなく、所定の電力を常時、自立的に発生する副電源部11を備えた構成を有している。副電源部11の具体的な構成としては、例えば、電源システム1の周辺環境における温度差に基づく熱電変換によるもの（温度差発電）のほか、電源システム1の外部から入射する光エネルギーに基づく光電変換によるもの（太陽光発電）等を良好に適用することができる。

【0189】以下に、本実施形態に係る副電源部の具体例を図面を参照して簡単に説明する。

（非燃料型副電源部の第1の構成例）図23は、本実施形態に係る電源モジュールに適用可能な副電源部の第1の構成例を示す概略構成図である。第1の構成例においては、副電源部の具体例として、電源システム1内外の周辺環境における温度差を利用した熱電変換発電により電力を発生する発電装置としての構成を有している。

【0190】図23(a)に示すように、第1の構成例に係る副電源部11Sは、例えば、電源システム1の一端側に設けられた第1の温度保持部311と、電源システム1の他端側に設けられた第2の温度保持部312と、第1の温度保持部311側に一端側が接続されるとともに、第2の温度保持部312側に他端側が接続された熱電変換素子313と、を備えた温度差発電器の構成を有している。ここで、第1及び第2の温度保持部311、312は、電源システム1内外の周辺環境の温度状態に応じて、その保持する熱量が随時変化するように構成されているとともに、第1及び第2の温度保持部311、312における温度が相互に異なるように、配置位置が設定されている。

【0191】具体的には、例えば、第1及び第2の温度保持部311、312のいずれか一方が、電源システム1が装着されるデバイスDVCに設けられた開口部等（図示を省略）を介して、常時外気に晒され、定温に保

持されるようにした構成を適用することができる。ま

た、熱電変換素子 313 は、上述した第 1 の実施形態における第 4 の構成例（図 7（b）参照）に示したものと同等の構成を有している。なお、本構成例においても、温度差発電器からなる副電源部 11S の構成は、上述した実施形態に示した構成と同様に、マイクロマシン製造技術を適用することにより、微小空間に集積化して形成することができる。

【0192】このような構成を有する副電源部 11S において、図 23（b）に示すように、電源システム 1 の周辺環境における温度分布の偏りに伴って、第 1 及び第 2 の温度保持部 311、312 間に温度勾配が生じることにより、熱電変換素子 313 におけるゼーベック効果により、該温度勾配による熱エネルギーに応じた起電力が発生して電力が生成される。

【0193】したがって、このような構成を有する発電装置を副電源部に適用することにより、電源システム 1 の周辺環境において温度分布の偏りが存在する限り、副電源部 11S により所定の電力が常時、自立的に生成され、電源システム 1 内外の各構成に供給することができる。また、この構成によれば、燃料パック 20 に封入された発電用燃料 FL の全てを主発電部 12 における電力の生成に利用することができるので、発電用燃料の有効利用を図ることができるとともに、負荷駆動電力としての電力を長期にわたってデバイス DVC に供給することができる。

【0194】なお、本構成例においては、周辺環境における温度分布の偏りに対して、ゼーベック効果により電力を発生する温度差発電器について説明したが、本発明は、これに限定されるものではなく、金属の加熱により金属表面から自由電子が放出される熱電子放出現象に基づいて、電力を発生する構成を有するものであってもよい。

【0195】（非燃料型副電源部の第 2 の構成例）図 24 は、本実施形態に係る電源モジュールに適用可能な副電源部の第 2 の構成例を示す概略構成図である。第 2 の構成例においては、副電源部の具体例として、電源システム 1 の外部から入射する光エネルギーを利用した光電変換発電により電力を発生する発電装置としての構成を有している。

【0196】図 24（a）に示すように、第 1 の構成例に係る副電源部 11T は、例えば、p 型半導体 321 と n 型半導体 322 を接合させた周知の光電変換セル（太陽電池）を備えた構成を有している。このような光電変換セルに所定の波長の光（光エネルギー）LT が照射されると、光起電力効果により p-n 接合部 323 付近において電子-正孔対が発生し、光電変換セル内の電界によって分極した電子（-）が n 型半導体 322 に、また、正孔（+）が p 型半導体 321 に拡散（ドリフト）して p 型半導体 321 及び n 型半導体 322 の各々に設けられた電極間（出力端子 Oe、Of 間）に起電力が発

生して電力が生成される。

【0197】ここで、一般に、既存のデバイスにおける電池（又は、電源ユニット）の収納スペースは、デバイスの背面側等の光エネルギー（具体的には、太陽光や照明光）が入射しにくい位置に配置されていたり、デバイス内部に完全に収納する構成を有していたりするため、副電源部に対して光が十分に入射しない可能性がある。そこで、本構成例に係る副電源部 11T を適用した電源システム 1 を、デバイス DVC に装着する場合にあっては、図 24（b）に示すように、少なくとも、副電源部 11T 又は発電モジュール 10C 部分に外光 LT の入射が可能ないように、デバイス DVC に予め開口部（又は、光透過部）HL を設けた構成や、デバイス DVC の筐体を透明もしくは半透明の光透過性の部材により構成することにより、副電源部 11T において所定の電力を発生するために必要な最低限の光エネルギー（所定の波長の光）が入射するような構成を適用する必要がある。

【0198】したがって、このような構成を有する発電装置を副電源部に適用することにより、デバイス DVC を屋外や屋内等の所定の光エネルギーが入射する環境の下で使用する限り、副電源部 11T により所定の電力が常時、自立的に生成され、電源システム 1 内外の各構成に供給することができる。また、この構成によれば、燃料パック 20 に封入された発電用燃料 FL の全てを主発電部 12 における電力の生成に利用することができるので、発電用燃料 FL の効率的な消費を実現することができる。なお、本構成例においては、図 24（a）において、光電変換セル（太陽電池）の最も基本的な構成のみを示したが、本発明は、これに限定されるものではなく、より発電効率の高い他の構成や原理に基づくものを適用するものであってもよい。

【0199】＜副生成物回収手段＞次に、上述した各実施形態に係る電源システムに適用可能な副生成物回収手段について、図面を参照して説明する。図 25 は、本発明に係る電源システムに適用可能な副生成物回収手段の一実施例を示すブロック図である。ここで、上述した各実施形態と同等の構成については、同一の符号を付して、その説明を簡略化又は省略する。

【0200】上述した各実施形態において、主発電部 12 や副電源部 11 として、燃料パック 20 に封入された発電用燃料 FL を用いて、電気化学反応や燃焼反応等により所定の電力を発生する構成（上記各構成例に示した主発電部や副電源部）を適用した場合にあっては、電力以外に副生成物が排出される場合がある。このような副生成物の中には、自然界に排出されることにより環境汚染の原因となる物質や、電源システムが装着されているデバイスの動作不良の原因となる物質を含む場合もあるため、このような副生成物の排出を極力抑制する必要性から、以下に示すような副生成物回収手段を備えた構成を適用することが好ましい。

【0201】本発明に係る電源システムに適用可能な副生成物回収手段は、図25に示すように、上述した各実施形態と同等の構成及び機能を有する発電モジュール10D、燃料パック20D及びI/F部30Dにおいて、例えば、発電モジュール10D内に、主発電部12における電力の発生に際して生成される副生成物の全部又はその一部の成分を回収する分離回収部16が設けられているとともに、燃料パック20D内に、上記回収された副生成物を固定的に保持する回収保持部21が設けられた構成を有している。なお、ここでは、主発電部12において生成される副生成物を回収する場合についてのみ詳しく説明するが、副電源部11に対しても同様に適用が可能であることはいうまでもない。

【0202】分離回収部16は、上述した各構成例に示した構成を有し、燃料パック20Dから供給される発電用燃料F1を用いた電気化学反応や燃焼反応等により、少なくとも、電源システム1が装着されたデバイスDVCに対して、負荷駆動電力（電圧・電流）となる電力を発生する主発電部12（副電源部11を含むものであってもよい）において、該電力の発生の際に生成される副生成物、もしくは、該副生成物のうち特定の成分を分離して、I/F部30Dに設けられた副生成物回収経路を介して、燃料パック20D内に設けられた回収保持部21に送出する。

【0203】なお、上述した各構成例を適用した主発電部12（副電源部11を含むものであってもよい）において、電力を発生する際に生成される副生成物としては、水（ H_2O ）や窒素酸化物（ NO_x ）、硫黄酸化物（ SO_x ）等があり、これらの全て、又は、その一部、もしくは、特定の成分のみが分離回収部16により回収されて副生成物回収経路に送出される。なお、回収された副生成物が液体状態の場合には、例えば、副生成物回収経路の内径を連続的に変化するように形成することにより、毛細管現象を利用して分離回収部16から回収保持部21へ副生成物を自動的に送出することができる。

【0204】また、回収保持部21は、燃料パック20Dの内部、又は、その一部に設けられ、燃料パック20Dが発電モジュール10Dに結合された状態においてのみ、上記分離回収部16により回収された副生成物の送入、保持が可能となるように構成されている。すなわち、燃料パック20Dが発電モジュール10Dに対して着脱可能に構成された電源システムにおいては、燃料パック20Dが発電モジュール10Dから分離された状態で、回収、保持された副生成物又は特定の成分が燃料パック20Dの外部に漏出もしくは排出されないように、回収保持部21に固定的又は不可逆的に保持されるように構成されている。

【0205】ここで、上述したように、主発電部12における電力の生成により、水（ H_2O ）や窒素酸化物（ NO_x ）、硫黄酸化物（ SO_x ）が副生成物として生

成される場合にあつては、水（ H_2O ）は常温常圧下で液体状態であるので、副生成物回収経路を介して、回収保持部21に良好に送出されるが、窒素酸化物（ NO_x ）や硫黄酸化物（ SO_x ）等のように、気化点が常圧で概ね常温未満であり、気体状態にある副生成物の場合には、体積が膨大になり、予め設定された回収保持部21の容積を超過する可能性があるので、分離回収部16内及び回収保持部21内の気圧を高くすることにより、回収された副生成物を液化して当該体積を縮小して回収保持部21に保持されるように構成してもよい。

【0206】したがって、回収保持部21の具体的な構成としては、上記回収された副生成物や特定の成分を不可逆的に吸収、吸着固定、定着等することができる構成、例えば、回収保持部21内に吸収ポリマーが充填された構成や、上述した燃料パック20に備えられた燃料漏出防止手段と同様に、回収保持部21の内部圧力やバネ等の物理的な圧力等により閉止する制御弁等の回収物漏出防止手段を備えた構成を良好に適用することができる。

【0207】そして、このような構成を有する副生成物回収手段を備えた電源システムにおいて、図12に示したような燃料改質方式の燃料電池を主発電部12Aに適用した場合にあつては、燃料改質部210aにおける水蒸気改質反応、水性シフト反応及び選択酸化反応（化学反応式（1）～（3））に伴って、水素ガス（ H_2 ）とともに生成される二酸化炭素（ CO_2 ）、及び、燃料電池本体210bにおける電気化学反応（化学反応式（6）、（7））に伴って、電力の発生とともに生成される水（ H_2O ）が、副生成物として主発電部12から排出されることになるが、二酸化炭素（ CO_2 ）の排出量は極めて微量であり、デバイスへの影響もほとんどないため、非回収物質として電源システム外に排出され、一方、水（ H_2O ）等が分離回収部16により回収されて、例えば、毛細管現象等を利用して副生成物回収経路を介して、燃料パック20D内の回収保持部21に送出され、不可逆的に保持される。

【0208】ここで、主発電部12（燃料電池本体）における電気化学反応（化学反応式（2）、（3））は、概ね60～80℃程度で進行するため、主発電部12において生成される水（ H_2O ）は、ほぼ水蒸気（気体）の状態で排出される。そこで、分離回収部16は、例えば、主発電部12から排出される水蒸気を冷却することにより、あるいは、圧力を加えることにより、水（ H_2O ）の成分のみを液化して、他の気体成分から分離することにより回収する。

【0209】なお、本実施例においては、少なくとも、主発電部12の構成として燃料改質方式の燃料電池を適用し、発電用燃料としてメタノール（ CH_3OH ）を適用した場合を示したため、電力の発生に伴う副生成物の大半が水（ H_2O ）であつて、その他、微量の二酸化炭

素 (CO₂) を電源システム外に排出することにより、分離回収部 16 における特定の成分 (すなわち、水) の分離、回収を比較的簡易に実現することができるが、発電用燃料としてメタノール以外の物質を適用した場合や、主発電部 12 として燃料電池以外の構成を適用した場合には、水 (H₂O) とともに、例えば、比較的大量の二酸化炭素 (CO₂) や窒素酸化物 (NO_x)、硫黄酸化物 (SO_x) 等が生成される場合もある。このような場合には、分離回収部 16 において上述した分離方法により、例えば、液体である水と、その他の大量に生成される特定の気体成分 (二酸化炭素等) を分離した後、燃料パック 20D 内に設けられた単一又は複数の回収保持部 21 に、合一又は個別に保持するようにしてもよい。

【0210】このように、本実施例に係る副生成物回収手段を適用した電源システムによれば、発電モジュール 10D により電力を発生する際に生成される副生成物のうち、少なくとも 1 成分が燃料パック 20D 内に設けられた回収保持部 21 に不可逆的に保持されることにより、電源システム外部への排出又は漏出が抑制されるので、副生成物 (例えば、水) によるデバイスの動作不良や劣化等の発生を防止することができるとともに、副生成物を保持した燃料パック 20D を回収することにより、該副生成物を自然環境に負担を与えない方法で適切に処理して、副生成物 (例えば、二酸化炭素) による自然環境の汚染や地球温暖化等を防止することができる。

【0211】なお、上述したような分離回収方法により回収された副生成物は、以下に示すような保持動作により回収保持部内に不可逆的に保持される。図 26 は、本実施例に係る副生成物回収手段による副生成物の保持動作を示す概略図である。ここで、上述した各実施形態と同等の構成については、同一の符号を付して、その説明を簡略化又は省略する。

【0212】図 26 (a) に示すように、本実施例に係る燃料パック 20D は、一定の容積を有し、例えば、メタノール等の発電用燃料 FL が封入、充填された燃料封入空間 22A と、分離回収部 16 から送出される水等の副生成物が保持される回収保持空間 22B と、後述するように、回収保持空間 22B の容積を相対的に可変し、回収保持空間 22B を燃料封入空間 22A から隔絶する回収袋 23 と、燃料封入空間 22A に封入された発電用燃料 FL を出力制御部 14 に供給する燃料供給弁 24A と、分離回収部 16 から送出される副生成物を回収保持空間 22B に取り込むための副生成物取込弁 24B と、を有して構成されている。

【0213】ここで、燃料供給弁 24A 及び副生成物取込弁 24B は、上述したように、いずれも、燃料パック 20D が I/F 部 30D を介して発電モジュール 10D に結合された状態でのみ、発電用燃料 FL の供給や副生成物の取り込みが可能となるように、例えば、燃料パッ

ク 20D 内部の発電用燃料 FL や副生成物の圧力やバネ等の物理的な圧力等により閉止する制御弁の機能を備えた構成を有している。なお、上述したように、副生成物取込弁 24B に制御弁の機能を設ける替わりに、回収保持空間 22B に吸収 (吸水) ポリマー等を充填した構成を有するものであってもよい。

【0214】このような構成を有する燃料パック 20D において、図 26 (a) に示すように、燃料封入空間 22A に封入された発電用燃料が燃料供給弁 24A を介して発電モジュール 10D (主発電部 12、副電源部 11) に供給されることにより、所定の電力を発生する動作が実行されるとともに、上記分離回収部 16 により電力の発生に伴って生成された副生成物のうち、特定の成分 (例えば、水) のみが分離、回収されて、副生成物回収経路及び副生成物取込弁 24B を介して回収保持空間 22B に取込、保持される。

【0215】これにより、図 26 (b)、(c) に示すように、燃料封入空間 22A に封入された発電用燃料 FL の容積が減少するとともに、相対的に、回収保持空間 22B に保持される特定の成分又は物質の容積が増大する。このとき、回収保持空間 22B に吸収ポリマー等を充填した構成を適用することにより、回収され、取り込まれた副生成物の実質的な容積に比較して、より大きな容積を有するように回収保持空間 22B の容積を制御することができる。

【0216】したがって、燃料封入空間 22A と 22B の関係は、発電モジュール 10D における電力の発生 (発電) 動作に伴って、単に、相対的に増減するだけでなく、回収保持空間 22B に保持された副生成物の量に応じて、図 26 (b) に示すように、所定の圧力で回収袋 23 を外方に押圧することにより、燃料封入空間 22A に封入された発電用燃料 FL に圧力が印加されることになるので、発電モジュール 10D への発電用燃料 FL の供給を適切に行うことができ、図 26 (c) に示すように、回収保持空間 22B に保持される副生成物により、燃料封入空間 22A に封入された発電用燃料 FL をほぼ完全になくなるまで供給することができる。

【0217】なお、本実施例においては、発電モジュール 10D に付設された分離回収部 16 により分離、回収した副生成物の全て又は一部を回収して燃料パック 20D 内に保持するとともに、非回収物質を電源システム 1 外に排出する場合について説明したが、回収された副生成物 (例えば、水) の全部又は一部を発電モジュール 10D (特に、主発電部 12、副電源部 11) における電力の発生の際の燃料成分として再利用する構成を有するものであってもよい。

【0218】具体的には、主発電部 12 (副電源部 11) を含むものであってもよい) として、燃料電池からなる発電装置を適用した構成にあつては、水が副生成物の一部として生成されるが、上述したように、燃料改質方式

55

の燃料電池においては、発電用燃料の水蒸気改質反応等において水を必要とするので、図 25 中、点線矢印で示すように、回収された副生成物のうち、水の一部を主発電部 12 に供給して、これらの反応に再利用するように構成することができる。これによれば、水蒸気改質反応等のために発電用燃料 F L とともに燃料パック 20 D に予め封入しておく水の量、また、回収保持部 21 に保持される副生成物（水）の量を削減することができるので、一定の容量の燃料パック 20 D に対してより多くの発電用燃料 F L を封入することができ、電源システムとしての電力供給能力の向上を図ることができる。

【0219】＜残量検出手段＞次に、上述した各実施形態に係る電源システムに適用可能な発電用燃料の残量検出手段について、図面を参照して説明する。図 27 は、本発明に係る電源システムに適用可能な残量検出手段の一実施例を示すブロック図である。ここで、上述した各実施形態と同等の構成については、同一の符号を付して、その説明を簡略化又は省略する。

【0220】本発明に係る電源システムに適用可能な燃料残量検出手段は、図 27 に示すように、上述した各実施形態と同等の構成及び機能を有する発電モジュール 10 E、燃料パック 20 E 及び I/F 部 30 E において、発電モジュール 10 E 内又は I/F 部 30 E 内もしくは燃料パック 20 E 内のいずれか（ここでは、発電モジュール 10 E 内）に、燃料パック 20 E に残存する発電用燃料 F L の量（残量）を検出し、その残量検出信号を動作制御部 13 に出力する残量検出部 17 が設けられた構成を有している。

【0221】残量検出部 17 は、例えば、上述した副発電部 11 から供給される電力により動作し、燃料パック 20 E 内に残存する発電用燃料 F L の量を検出するものであって、例えば、燃料パック 20 E 内に発電用燃料 F L が液体の状態で封入されている場合には、光学センサ等により燃料の液面を計測する手法や燃料を透過した光の減衰（減光率）等の変化を計測する手法等を採用することにより、発電用燃料 F L の残量を検出する。

【0222】そして、残量検出部 17 により検出された発電用燃料 F L の残量は、残量検出信号として動作制御部 13 に出力され、動作制御部 13 は、該残量検出信号に基づいて、主発電部 12 における動作状態を制御するための動作制御信号を出力制御部 14 に対して出力するとともに、電源システム 1 の端子部 184 を介してデバイス DVC に内蔵されたコントローラ CNT に対して、該発電用燃料の残量に関する情報（燃料残量情報）を出力する。

【0223】具体的には、上述した電源システムの全体動作（図 20 参照）において、電源システムを起動動作する場合に、動作制御部 13 は事前に残量検出部 17 からの残量検出信号を参照し、起動動作を正常に実行可能な量の発電用燃料 F L が残存しているか否かを判断した

56

後、当該動作を実行する。ここで、発電用燃料 F L の残量に異常が検出された場合（例えば、残量が急激に減少した場合）には、動作制御部 13 は、端子部 184 を介してデバイス DVC に内蔵されたコントローラ CNT に対して、残量異常に関する情報を出力して、デバイス DVC の使用者に通知する。

【0224】また、上述した電源システムの全体動作（図 20 参照）において、電源システムの定常動作（フィードバック制御）を継続する場合に、動作制御部 13 は残量検出部 17 からの残量検出信号を逐次参照し、発電用燃料 F L の残量に応じて、主発電部 12 における電力の発生量を所定の相関関係に基づいて制御するための動作制御信号を出力制御部 14 に対して出力し、例えば、発電用燃料 F L の残量が減少するにしたがって、主発電部 12 により生成される電力（特に、出力電圧）を経時的に徐々に変化（低下）するように制御するための動作制御信号を出力制御部 14 に出力するとともに、端子部 184 を介してデバイス DVC に内蔵されたコントローラ CNT に対して、実際の残量データ自体や残量比率もしくは電力を出力することが可能な推定残り時間等を燃料残量情報として出力する。これにより、既存のデバイスに標準的に搭載されている、電源からの出力電圧や電池残量データ等に基づいて、デバイス DVC の使用者に電池残量を通知する機能を良好に動作させることができる。

【0225】さらに、この場合、残量検出部 17 により発電用燃料 F L の残量の急激な減少等の残量異常が検出された場合には、動作制御部 13 は該残量異常に関する検出信号に基づいて、主発電部 12 における電力の生成を停止（具体的には、主発電部 12 への発電用燃料 F L の供給遮断）するための動作制御信号を出力制御部 14 に対して出力して、主発電部 12 の発電動作を停止するとともに、端子部 184 を介して残量異常に関する情報をデバイス DVC に内蔵されたコントローラ CNT に対して出力して、デバイス DVC の使用者に通知する。これにより、燃料パック 20 E から電源システム 1 外部への発電用燃料 F L の異常な漏出の発生等を迅速に検出して、デバイス DVC の使用者に対して、適切な対処を講じるように報知することができる。

【0226】＜燃料安定化手段＞次に、上述した各実施形態に係る電源システムに適用可能な燃料安定化手段について、図面を参照して説明する。図 28 は、本発明に係る電源システムに適用可能な燃料安定化手段の一実施例を示すブロック図である。ここで、上述した各実施形態と同等の構成については、同一の符号を付して、その説明を簡略化又は省略する。

【0227】本発明に係る電源システムに適用可能な燃料安定化手段は、図 28 に示すように、上述した各実施形態と同等の構成及び機能を有する発電モジュール 10 F、燃料パック 20 F 及び I/F 部 30 F において、I

57

／F部30F又は燃料パック20Fのいずれか（ここでは、燃料パック20F）に、燃料パック20Fに封入された発電用燃料FLの封入状態（温度、圧力等）を検知して、該封入状態が所定のしきい値を超過した場合に、燃料パック20Fから発電モジュール10F（副電源部11、主発電部12）への発電用燃料FLの供給を停止する供給制御弁25と、燃料パック20F内の発電用燃料FLの封入状態（温度、圧力等）を検知して、該封入状態を所定の安定化状態に制御する圧力制御弁26が設けられた構成を有している。

【0228】供給制御弁25は、燃料パック20Fに封入された発電用燃料FLの温度が所定のしきい値を超過して上昇することにより自動的に作動して、燃料送出経路への発電用燃料FLの送出を遮断する。具体的には、発電用燃料FLの温度の上昇に伴って燃料パック20F内の圧力が上昇することにより、弁が閉じる制御弁を良好に適用することができる。

【0229】また、圧力制御弁26は、燃料パック20Fに封入された発電用燃料FLの温度の上昇に伴って、燃料パック20F内の圧力が所定のしきい値を超過して上昇することにより自動的に作動して、燃料パック20F内の圧力を低下させる。具体的には、燃料パック20F内の圧力が上昇することにより、弁が開く圧力開放弁（リリース弁）を良好に適用することができる。

【0230】これにより、例えば、電源システムをデバイスDVCに装着した状態で、発電モジュール10Fにおける電力の生成やデバイスの負荷の駆動に伴う発熱等により、燃料パック20F内の温度や圧力が上昇した場合には、自動的に発電用燃料FLの供給停止動作、圧力開放動作が行われるので、発電用燃料FLの封入状態を安定化することができる。

【0231】そして、上述した電源システムの全体動作（図20参照）において、電源システムを起動動作する場合に、動作制御部13は事前に供給制御弁25の動作状態、すなわち、燃料パック20Fからの発電用燃料FLの供給状態を参照し、発電用燃料FLが正常に供給されているか否かを判断した後、当該動作を実行する。ここで、図示を省略したが、上述した燃料安定化手段（特に、圧力制御弁26）による発電用燃料FLの封入状態の安定化動作にも関わらず、発電用燃料FLの供給遮断が検出された場合には、動作制御部13は、電源システム1の端子部184を介してデバイスDVCに内蔵されたコントローラCNTに対して、発電用燃料FLの封入異常に関する情報を出力して、デバイスDVCの使用者に通知する。

【0232】また、上述した電源システムの全体動作（図20参照）において、電源システムの定常動作（フィードバック制御）を継続する場合に、動作制御部13は、供給制御弁25の動作状態、すなわち、燃料パック20Fからの発電用燃料FLの供給状態を逐次参照し、

58

燃料安定化手段（特に、圧力制御弁26）による安定化動作にも関わらず、発電用燃料FLの供給遮断が検出された場合、もしくは、デバイスDVCへの負荷駆動電力の急激な低下を負荷駆動情報として受け取った場合には、動作制御部13は、端子部184を介して発電用燃料FLの封入異常に関する情報をデバイスDVCに内蔵されたコントローラCNTに対して出力して（図示を省略）、デバイスDVCの使用者に通知する。

【0233】これにより、燃料パック20F内の発電用燃料FLの封入条件（温度、圧力等）の異常に起因する発電用燃料FLの変質や発電モジュール10Fにおける動作異常（例えば、出力電圧不良）、燃料パック20Fから電源システム1外部への発電用燃料FLの漏出等の発生を迅速に検出して、燃焼性を有する発電用燃料FLの安全性を確保した信頼性の高い電源システムを提供することができる。

【0234】＜外形形状＞次に、本発明に係る電源システムに適用可能な外形形状について、図面を参照して説明する。図29は、本発明に係る電源システムに適用可能な外形形状の具体例を示す概略構成図であり、図30は、本発明に係る電源システムに適用される外形形状と、汎用の化学電池の外形形状との対応関係を示す概念図である。

【0235】上述したような構成を有する電源システムにおいて、燃料パック20をI／F部30を介して発電モジュール10に結合した状態、又は、これらを一体的に構成した状態における外形形状は、例えば、図29に示すように、JIS規格に則った汎用の化学電池に多用されている円形電池41、42、43や、特殊形状の電池（非円形電池）44、45、46の規格に則って、これらのいずれかと同等の外形形状及び寸法を有するように形成されているとともに、上述した発電モジュール10の副電源部11又は主発電部12により生成される電力が、図29に示す各電池形状の正極（+）及び負極（-）の電極端子を介して出力されるように構成されている。ここで、発電モジュール10には上部に正極の端子が付属し、燃料パック20には負極の端子が付属しており、図示しないが、負極の端子は発電モジュール10に配線を介して接続されている。そして、図30に示すように、例えば、発電モジュール10の側部に帯状に周囲する端子部184が設けられ、デバイスDVCに電源システム1が収容されると、自動的に内部のコントローラCNTと端子部184とが電気的に接続され、負荷駆動情報を受信することが可能となる。なお、端子部184が正極及び負極と絶縁されていることはいうまでもない。

【0236】具体的には、燃料パック20と発電モジュール10が結合した状態で、例えば、燃料電池を適用した主発電部（図12参照）においては、燃料電池本体210bの燃料極211が負極端子に、また、空気極21

59

2 が正極端子に電氣的に接続された構成を有している。また、ガス燃焼エンジンやロータリーエンジン等の内燃、外燃機関と電磁誘導等を利用した発電器（図 14 乃至図 16 参照）とを組み合わせた構成や、温度差発電器や MHD 発電器を適用した主発電部（図 17、図 18 参照）においては、各々の発電器の出力端子が正極端子及び負極端子に電氣的に接続された構成を有している。

【0237】ここで、円形電池 41、42、43 は、具体的には、市販のマンガン乾電池やアルカリ乾電池、ニッケル・カドミウム電池、リチウム電池等に最も多用され、対応する機器も多いシリンダ型（円柱型：図 29（a））や、腕時計等に利用されるボタン型（図 29（b））、カメラや電子手帳等に利用されるコイン型（図 29（c））等の外形形状を有している。

【0238】一方、非円形電池 44、45、46 は、具体的には、コンパクトカメラやデジタルスチルカメラ等、使用する機器の形状等に対応して個別に設計（カスタマイズ）された特殊形状型（図 29（d））や、携帯音響機器や携帯電話等の小型薄型化に対応した角形（図 29（e））、平型（図 29（f））等の外形形状を有している。

【0239】なお、上述したように、本発明に係る電源システムに搭載される発電モジュール 10 の各構成は、既存のマイクロマシン製造技術を適用することにより、例えば、ミリメートルオーダー乃至ミクロンオーダーにマイクロチップ化、あるいは、マイクロプラント化することができる。また、発電モジュール 10 の主発電部 12 として、例えば、高いエネルギー利用効率を実現することができる燃料電池やガス燃料タービン等を適用することにより、既存の化学電池と同等（又は、それ以上）の電池容量を実現するために必要となる発電用燃料の量を比較的少量に抑制することができる。

【0240】したがって、本実施形態に係る電源システムにおいて、図 29 に示した既存の電池形状を良好に実現することができ、例えば、図 30（a）、（b）に示すように、燃料パック 20 を発電モジュール 10 に結合した状態、又は、両者を一体的に構成した状態における外形寸法（例えば、長さ L_a 、直径 D_a ）が、図 30（c）に示すような汎用の化学電池 47 の外形寸法（例えば、長さ L_p 、直径 D_p ）と略同等になるように構成することができる。

【0241】なお、図 30 においては、本発明に係る電源システムの着脱構造（結合関係）と外観形状との関係を概念的に示したものにすぎず、具体的な電極構造等を考慮したものではない。本発明に係る電源システムに各電池形状を適用した場合の、発電モジュール 10 及び燃料パック 20 の着脱構造と、電極構造との関係については、後述する実施例において詳しく説明する。

【0242】また、図 29 に示した外形形状はいずれも、日本国内の規格に則って市販、又は、デバイスに付

60

属して流通、販売されている化学電池の一例であって、本発明の適用が可能な構成例のごく一部を示したものに過ぎない。すなわち、本発明に係る電源システムに適用可能な外形形状は、上記具体例以外であってもよく、例えば、世界各国で流通、販売されている化学電池、あるいは、将来実用化が予定されている化学電池の形状に合致し、さらには、電氣的特性をも合致するように設計することができることはいうまでもない。

【0243】次いで、本発明に係る電源システムに上述した各電池形状を適用した場合の発電モジュール 10 及び燃料パック 20 の着脱構造と、電極構造との関係について、図面を参照して詳しく説明する。

（着脱構造の第 1 の実施例）図 31（a）～図 31

（d）及び図 31（e）～図 31（h）は、それぞれ本発明の第 1 の実施例に係る電源システムの燃料パック及びホルダー部を上方向、前方向、横方向、後方向から見た外形形状を示す概略構成図であり、図 32 は、本実施例に係る電源システムにおける発電モジュール及び燃料パックの着脱構造を示す概略図である。ここで、上述した各実施形態と同等の構成については、その説明を簡略化又は省略する。

【0244】図 31（a）～図 31（d）及び図 31

（e）～図 31（h）に示すように、本実施例に係る電源システムは、発電用燃料が所定の条件で封入された燃料パック 51 と、該燃料パックが着脱可能に構成されたホルダー部 52 と、を備えて構成されている。ここで、燃料パック 51 は、上述した各実施形態と同等の構成及び機能を有しているので、その説明を省略する。

【0245】ホルダー部 52 は、大別して、上述した各実施形態と同等の構成を有する発電モジュール 10 X 及び I/F 部が収納され、正極端子 EL（+）が設けられた発電部 52 a と、負極端子 EL（-）が設けられた対向部 52 b と、発電部 52 a と対向部 52 b を連結するとともに、発電部 52 a と負極端子 EL（-）を電氣的に接続する一対の連結部 52 c と、を有して構成されている。ここで、発電部 52 a、対向部 52 b 及び連結部 52 c により囲まれた貫通した空間 SP1 が、上記燃料パック 51 を結合した際の収納位置となる。

【0246】このような構成を有する電源システムにおいて、図 32（a）に示すように、発電部 52 a、対向部 52 b 及び連結部 52 c により構成される空間 SP1 に対して、燃料パック 51 の燃料送出口（一端側）51 a を発電部 52 a 側の燃料送出経路（I/F 部；図示を省略）に当接させて支点とし、燃料パック 51 の他端側 51 b を旋回させて押し込むことにより（図中、矢印 P9）、図 32（b）に示すように、該燃料パック 51 の他端側 51 b が対向部 52 b に当接して、燃料パック 51 が空間 SP1 に収納されるとともに、燃料パック 51 の漏出防止機能が解除されて、燃料パック 51 に封入された発電用燃料 FL が燃料送出経路を介して、発電部 5

61

2 a に内蔵された発電モジュール 10 X に供給される。

【0247】ここで、電源システムは、燃料バック 51 が空間 SP1 に収納され、ホルダー部 52 に結合された状態において、例えば、上述した円柱形状の汎用の化学電池（図 29（a）、図 30（c）参照）と略同等の外形形状及び寸法を有するように構成されている。また、このとき、燃料バック 51 が空間 SP1 に正常に収納された状態で、燃料バック 51 の燃料送出口 51 a が発電部 52 a 側の燃料送出経路に良好に当接して接続するように、燃料バック 51 の他端側 51 b を適当な力で押圧するとともに、燃料バック 51 がホルダー部 52 から不用意に脱落することを防止するために、燃料バック 51 の他端側 51 b と対向部 52 b の当接部分が適当な押圧力で係合するように構成されていることが望ましい。具体的には、図 32（a）、（b）に示すように、例えば、燃料バック 51 の他端側 51 b に凹部 51 c が形成され、対向部 52 b の当接部分にバネ材等の弾性を有する凸部 51 d を備えた係合機構を適用することができる。

【0248】これにより、上述した全体動作（図 20 参照）において説明したように、副電源部 11 において、自立的に電力が生成されて、少なくとも、発電モジュール 10 内の動作制御部 13 に動作電力が供給される。また、本実施形態に係る電源システムが所定のデバイス DVC に装着されることにより、副電源部 11 により生成された電力の一部が発電部 52 a に設けられた正極端子 EL（+）及び対向部 52 b に設けられた負極端子 EL（-）を介して、デバイス DVC に内蔵されたコントローラ CNT に駆動電力として供給される（初期動作）。

【0249】したがって、汎用の化学電池と同様に簡易に取り扱うことができ、汎用の化学電池と同一又は同等の外形形状及び寸法（ここでは、円柱形状）を有するとともに、同一又は同等の電気的特性を有する電力を供給することができる完全互換の電源システムを実現することができるので、既存の携帯機器等のデバイスに対して、燃料バック 51 及びホルダー部 52 からなる電源システムの全体構成を、汎用の化学電池と全く同様に、動作電力として適用することができる。

【0250】特に、本実施例に係る電源システムにおいて、発電モジュールとして燃料電池を備えた構成を適用し、かつ、発電部 52 a（発電モジュール 10 X）に対して着脱可能に構成された燃料バック 51 として、上述した分解性プラスチック等の材料を適用することにより、環境への影響（負担）を抑制しつつ、高いエネルギー利用率を実現することができるので、既存の化学電池の投棄や埋め立て処理による環境問題やエネルギー資源の有効利用の問題等を良好に解決することができる。また、本実施例に係る電源システムによれば、燃料バック 51 が収納されるホルダー部 52 側の空間 SP1 が、

62

側面部を把持しながらホルダー部 52 に着脱することにより、燃料バック 51 の着脱を簡易かつ確実に行うことができる。

【0251】（着脱構造の第 2 の実施例）図 33（a）～図 33（c）は、それぞれ本発明の第 2 の実施例に係る電源システムの燃料バックを前方向、横方向、後方向から見た外形形状を示す概略構成図であり、図 33

（d）～図 31（g）は、それぞれ本発明に係る電源システムのホルダー部を上方向、前方向、横方向、後方向から見た外形形状を示す概略構成図であり、図 34 は、本実施例に係る電源システムにおける発電モジュール及び燃料バックの着脱構造を示す概略図である。ここで、上述した各実施形態と同等の構成については、その説明を簡略化又は省略する。

【0252】図 33（a）～図 33（g）に示すように、本実施例に係る電源システムは、発電用燃料が所定の条件で封入された燃料バック 61 と、該燃料バック 61 が着脱可能に構成されたホルダー部 62 と、を備えて構成されている。ここで、燃料バック 61 は、上述した各実施形態と同等の構成及び機能を有しているので、その説明を省略する。

【0253】ホルダー部 62 は、大別して、発電モジュール 10 X が収納され、正極端子 EL（+）が設けられた発電部 62 a と、負極端子 EL（-）が設けられた対向部 62 b と、発電部 62 a と対向部 62 b を連結するとともに、発電部 62 a と負極端子 EL（-）を電氣的に接続する連結部 62 c と、を有して構成されている。ここで、発電部 62 a、対向部 62 b 及び連結部 62 c により囲まれた凹状の空間 SP2 が、上記燃料バック 61 を結合した際の収納位置となる。

【0254】このような構成を有する電源システムにおいて、図 34（a）に示すように、発電部 62 a、対向部 62 b 及び連結部 62 c により構成される空間 SP2 に対して、燃料バック 61 の燃料送出口 61 a を発電部 62 a 側の燃料送出経路に当接させつつ、燃料バック 61 を嵌合させることにより（図中、矢印 P10）、図 34（b）に示すように、燃料バック 61 が空間 SP2 に収納されるとともに、燃料バック 61 の漏出防止機能が解除されて、燃料バック 61 に封入された発電用燃料 FL が燃料送出経路を介して、発電部 62 a に内蔵された発電モジュール 10 X に供給される。

【0255】ここで、電源システムは、上述した第 1 の実施例と同様に、燃料バック 61 が空間 SP2 に収納され、ホルダー部 62 に結合された状態において、例えば、上述した円柱形状の汎用の化学電池（図 29

（a）、図 30（c）参照）と略同等の形状及び寸法を有するように構成されている。また、このとき、燃料バック 61 が空間 SP2 に正常に収納された状態で、燃料バック 61 がホルダー部 62 から不用意に脱落することを防止するために、燃料バック 61 の外形形状がホルダ

一部 62 の空間 S P 2' の内部形状に係合する構成を有することが望ましい。

【0256】これにより、上述した第 1 の実施例と同様に、汎用の化学電池と同様に簡易に取り扱うことができ、かつ、汎用の化学電池と同一又は同等の外形形状及び電気的特性を有する完全互換型のポータブル型の電源システムを実現することができる。また、発電モジュールに適用する発電装置の構成や着脱可能な燃料パックの構成材料を適切に選択することにより、環境への影響を大幅に抑制して、既存の化学電池の投棄や埋め立て処理による環境問題やエネルギー資源の有効利用の問題等を良好に解決することができる。

【0257】（着脱構造の第 3 の実施例）図 35（a）～図 35（c）は、それぞれ本発明の第 3 の実施例に係る電源システムの燃料パックを前方向、横方向、後方向から見た外形形状を示す概略構成図であり、図 35

（d）～図 35（f）は、それぞれ本発明に係る電源システムのホルダー部を前方向、横方向、後方向から見た外形形状を示す概略構成図であり、図 36 は、本実施例に係る電源システムにおける発電モジュール及び燃料パックの着脱構造を示す概略図である。ここで、上述した各実施形態と同等の構成については、その説明を簡略化又は省略する。

【0258】図 35（a）～図 35（f）に示すように、本実施例に係る電源システムは、発電用燃料が所定の条件で封入された燃料パック 71 と、該燃料パック 71 が複数本収納可能に構成されたホルダー部 72 と、を備えて構成されている。ここで、燃料パック 71 は、上述した各実施形態と同等の構成及び機能を有しているもので、その説明を省略する。

【0259】ホルダー部 72 は、大別して、発電モジュール 10X が収納され、同一端面に正極端子 E L（+）及び負極端子 E L（-）が設けられた発電部 72 a と、発電部 72 a との間に空間 S P 3 を有するように設けられた上部カバー 72 b と、空間 S P 3 への燃料パック 71 の収納、取り出しを可能とするとともに、空間 S P 3 内に収納された燃料パック 71 を押圧固定する開閉カバー 72 c と、を有して構成されている。

【0260】このような構成を有する電源システムにおいて、図 36（a）に示すように、ホルダー部 72 の開閉カバー 72 c を開状態として空間 S P 3 の一面側を開放状態として、複数本（ここでは、2 本）の燃料パック 71 を同一の向きに挿入した後、図 36（b）、（c）に示すように、開閉カバー 72 c を閉状態とすることにより、燃料パック 71 が空間 S P 3 に収納されるとともに、開閉カバー 72 c が燃料パック 71 の他端側 71 b を押圧して、燃料パック 71 の燃料送出口 71 a を発電部 72 a 側の燃料送出経路（I/F 部；図示を省略）に当接させることにより、燃料パック 71 の漏出防止機能が解除されて、燃料パック 71 に封入された発電用燃料

F L が燃料送出経路を介して、発電部 72 a に内蔵された発電モジュール 10X に供給される。

【0261】ここで、本実施例に係る電源システムは、燃料パック 71 が空間 S P 3 に収納され、ホルダー部 72 に結合された状態において、例えば、上述した特殊形状の化学電池（図 29（d）参照）と略同等の外形形状及び寸法を有するように構成されている。また、燃料パック 71 は、ホルダー部 72 に結合されていない単体の状態において、例えば、上述した円柱形状の汎用の化学電池（図 29（a）、図 30（c）参照）と略同等の形状及び寸法を有するように構成されている。

【0262】これにより、上述した各実施例と同様に、燃料パック 71 及びホルダー部 72 からなる電源システムの全体構成を、既存の化学電池と同一又は同等の外形形状及び電気的特性を有する完全互換型のポータブル型の電源システムを実現できるとともに、発電モジュールに適用する発電装置の構成や着脱可能な燃料パックの構成材料を適切に選択することにより、環境への影響を大幅に抑制して、既存の化学電池の投棄や埋め立て処理による環境問題やエネルギー利用効率の問題等を良好に解決することができる。また、本実施例においては、ホルダー部 72 を予め所定のデバイス D V C の電源ユニットに内蔵して構成することにより、燃料パック 51 のみを、デバイス D V C（ホルダー部 72）に着脱することにより、あたかも円柱形状の汎用の化学電池と同様に、簡便な使用形態の電源システムを提供することができる。

【0263】（着脱構造の第 4 の実施例）図 37（a）～図 37（c）は、それぞれ本発明の第 4 の実施例に係る電源システムの燃料パックを前方向、横方向、後方向から見た外形形状を示す概略構成図であり、図 37

（d）～図 37（f）は、それぞれ本発明に係る電源システムのホルダー部を上方向、前方向、横方向から見た外形形状を示す概略構成図であり、図 38 は、本実施例に係る電源システムにおける発電モジュール及び燃料パックの着脱構造を示す概略図である。ここで、上述した各実施形態と同等の構成については、その説明を簡略化又は省略する。

【0264】図 37（a）～図 37（f）に示すように、本実施例に係る電源システムは、発電用燃料が所定の条件で封入された燃料パック 81 と、該燃料パック 81 が複数本収納可能に構成されたホルダー部 82 と、を備えて構成されている。ここで、燃料パック 81 は、上述した各実施形態と同等の構成及び機能を有しているもので、その説明を省略する。

【0265】ホルダー部 82 は、大別して、発電モジュール 10X が収納され、同一端面に正極端子 E L（+）及び負極端子 E L（-）が設けられた発電部 82 a と、発電部 82 a と対向する面を有する対向部 82 b と、発電部 82 a と対向部 82 b を連結するベース部 82 c

と、を有して構成されている。ここで、発電部 82a、対向部 82b 及びベース部 82c により囲まれた凹状の空間 SP4 が、上記燃料パック 81 を結合した際の収納位置となる。

【0266】このような構成を有する電源システムにおいて、図 38 (a) に示すように、発電部 82a、対向部 82b 及びベース部 82c により構成される空間 SP4 に対して、燃料パック 81 の燃料送出口（一端側）81a を発電部 82a 側の燃料送出経路（I/F 部；図示を省略）に当接させて支点とし、燃料パック 81 の他端側 81b を旋回させて押し込むことにより（図中、矢印 P11）、図 38 (b) に示すように、該燃料パック 81 の他端側 81b が対向部 82b に当接して固定され、複数本（ここでは、2 本）の燃料パック 81 が空間 SP4 に同一の向きに収納される。このとき、燃料パック 81 の漏出防止機能が解除されて、燃料パック 81 に封入された発電用燃料 FL が燃料送出経路を介して、発電部 82a に内蔵された発電モジュール 10X に供給される。

【0267】ここで、電源システムは、燃料パック 81 が空間 SP4 に収納され、ホルダー部 82 に結合された状態において、例えば、上述した特殊形状の化学電池（図 29 (d) 参照）と略同等の外形形状及び寸法を有するように構成されている。また、燃料パック 81 は、ホルダー部 82 に結合されていない単体の状態において、例えば、上述した円柱形状の汎用の化学電池（図 29 (a)、図 30 (c) 参照）と略同等の形状及び寸法を有するように構成されている。このとき、燃料パック 81 が空間 SP4 に正常に収納された状態で、燃料パック 81 の燃料送出口 81a が発電部 82a 側の燃料送出経路に良好に当接して接続するとともに、燃料パック 81 がホルダー部 82 から不用意に脱落することを防止するために、上述した第 1 の実施例と同様に、図 38 (a)、(b) に示すように、燃料パック 81 の他端側 81b と対向部 82b の当接部分が適当な押圧力で係合するように構成されている。これにより、上述した各実施例と同様の作用効果を有する電源システムを実現することができる。

【0268】（具体構成例）次に、上述した各実施形態（各構成例を含む）のいずれかを適用した電源システム全体の具体構成例について、図面を参照して説明する。図 39 は、本発明に係る電源システム全体の具体構成例を示す概略構成図である。また、図 40 は、本具体構成例に適用される燃料改質部の一構成例を示す概略図であり、図 41 は、本具体構成例に適用される燃料改質部の他の構成例を示す概略図である。ここでは、発電モジュールに設けられる副電源部 11 として燃料直接供給方式の燃料電池が適用され、主発電部 12 として燃料改質方式の燃料電池が適用されているものとする。また、上述した各実施形態及び各構成例を適宜参照し、同等の構成

については、同一の符号を付して、その説明を簡略化する。

【0269】図 39 に示すように、本具体構成例に係る電源システム 1A は、図 2 に示したように、発電モジュール 10 と燃料パック 20 が I/F 部 30 を介して着脱可能に構成され、全体として図 29 (a) 又は図 30 に示したように円柱形状からなる外形形状を有している。また、これらの構成（特に、発電モジュール 10）が、マイクロマシン製造技術等を用いて微小空間に構成され、汎用の化学電池と同等の外形寸法を有するように構成されている。

【0270】発電モジュール 10 は、概略、円柱形状の円周側面に沿って延在し、相互に分離して積層形成された燃料電池からなる副電源部 11 及び主発電部 12 と、円柱状の発電モジュール 10 内部に、深さ及び幅がそれぞれ $500\mu\text{m}$ 以下の燃料流路が接続されるように積層形成された水蒸気改質反応ユニット 210A（燃料改質部 210a）と選択酸化反応ユニット 210C と、発電モジュール 10 内部にマイクロチップ化されて収納された動作制御部 13 及び起動制御部 15 等を搭載したコントロールチップ 90 と、発電モジュール 10 の円柱側面から上記副電源部 11 及び主発電部 12 の空気極 112、212 まで貫通し、外部の空気を取り入れる複数の通気孔（スリット）14c と、上記空気極 112、212 側において生成される副生成物（水等）を液化（凝縮）して分離回収する分離回収部 16 と、回収した副生成物の一部を水蒸気改質反応ユニット 210A に供給する副生成物供給経路 16a と、円柱上面から上記主発電部 12 の空気極まで貫通し、少なくとも、主発電部の燃料極側や水蒸気改質反応ユニット 210A、選択酸化反応ユニット 210C において生成され、非回収物質である副生成物（二酸化炭素等）を発電モジュールの外部に排出する排出孔 14d と、を備えて構成されている。

【0271】燃料パック 20 は、概略、図 26 に示した構成と同様に、副電源部 11 及び主発電部 12 に供給される発電用燃料 FL が充填、封入される燃料封入空間 22A と、上記分離回収部 16 により回収された副生成物（水）を固定的に保持する回収保持空間 22B（回収保持部 21）と、発電モジュール 10 との境界にあって、発電用燃料 FL の漏出を防止する燃料供給弁 24A（燃料漏出防止手段）と、回収保持された副生成物（回収物）の漏出を防止する副生成物取込弁 24B（回収物漏出防止手段）と、を有して構成されている。ここで、燃料パック 20 は、上述したような分解性プラスチックにより形成されている。

【0272】また、I/F 部 30 は、燃料パック 20 に封入された発電用燃料 FL を副電源部 11 及び主発電部 12 に供給する燃料送出経路 31 と、上記副電源部 11 及び主発電部 12 において生成され、分離回収部 16 により回収された副生成物（水）の全部又は一部を、燃料

67

パック 20 に送出する副生成物回収経路 32 と、を有して構成されている。なお、図示を省略したが、発電モジュール 10 又は燃料パック 20 もしくは I/F 部 30 には、図 27、図 28 に示したように、燃料パック 20 の燃料封入空間 22A に封入された発電用燃料 FL の残量を検出する残量検出手段（残量検出部 17）や、発電用燃料 FL の封入状態を安定化させる燃料安定化手段（供給制御弁 25、圧力制御弁 26 等）が設けられた構成を有していてもよい。

【0273】ここで、本具体構成例に係る電源システムに適用される水蒸気改質反応ユニット 210A の構成は、例えば、図 40 に示すように、シリコン等の微小基板 201 の一面側に、半導体製造技術等の微細加工技術を用いて、所定の溝形状及び所定の平面パターンを有するように設けられた燃料吐出部 202a、水吐出部 202b、燃料気化部 203a、水気化部 203b、混合部 203c、改質反応流路 204、水素ガス排気部 205 と、上記改質反応流路 204 の形成領域に対応する領域であって、例えば、微小基板 201 の他面側に設けられた薄膜ヒータ 206 と、を備えて構成されている。

【0274】燃料吐出部 202a 及び水吐出部 202b は、上述したような水蒸気改質反応における原料物質となる発電用燃料及び水を、例えば、所定の単位量ごとに液状粒として流路内に吐出する流体吐出機構を有している。したがって、燃料吐出部 202a 及び水吐出部 202b における発電用燃料又は水の吐出量に基づいて、例えば、上記化学反応式（3）式に示した水蒸気改質反応の進行状態が制御されることになるため（詳しくは、後述する薄膜ヒータ 206 からの熱量も密接に関連する）、燃料吐出部 202a 及び水吐出部 202b は、上述した出力制御部 14（燃料制御部 14a）における燃料供給量の調整機能の一部を担う構成を有している。

【0275】燃料気化部 203a 及び水気化部 203b は、それぞれ発電用燃料及び水の沸点等の揮発条件に応じて加熱されるヒータであって、燃料吐出部 202a 及び水吐出部 202b から液状粒として吐出された発電用燃料又は水を、加熱処理あるいは減圧処理等することにより、図 13（a）に示した蒸発過程を実行して気化し、混合部 203c において、燃料ガスと水蒸気の混合ガスを生成する。改質反応流路 204 及び薄膜ヒータ 206 は、上記混合部 203c において生成された混合ガスを改質反応流路 204 に導入し、改質反応流路 204 の内壁面に付着形成された銅-錫（Cu-Zn）系の触媒（図示を省略）、及び、改質反応流路 204 の形成領域に対応して設けられた薄膜ヒータ 206 から、改質反応流路 204 に供給される所定の熱エネルギーに基づいて、図 13（a）及び上記化学反応式（3）に示した水蒸気改質反応を生じさせて、水素ガス（ H_2 ）を生成する（水蒸気改質反応過程）。

【0276】水素ガス排気部 205 は、改質反応流路 2

68

04 において生成された水素ガスを排出して、選択酸化反応ユニット 210C における水性シフト反応過程及び選択酸化反応過程を介して、一酸化炭素（CO）を除去した後、主発電部 12 を構成する燃料電池の燃料極に供給する。これにより、主発電部 12 において、上記化学反応式（6）及び（7）に基づく一連の電気化学反応が生じて、所定の電力が生成される。

【0277】このような構成を有する電源システムにおいて、上述した全体動作（初期動作、起動動作、定常動作、停止動作）に則して、例えば、I/F 部 30 を介して発電モジュール 10 に燃料パック 20 が結合されると、燃料供給弁 24A（燃料漏出防止手段）による漏出防止機能が解除されて、燃料パック 20 の燃料封入空間 22A に封入された発電用燃料（例えば、メタノール）FL が、燃料送出経路 31 を介して直接副電源部 11 を構成する燃料電池の燃料極に供給されて、電力が生成される。この電力は、コントロールチップ 90 に搭載された動作制御部 13 に動作電力として供給されるとともに、電源システム 1A が図示を省略した正極端子及び負極端子を介して電氣的に接続されたデバイス DVC（図示を省略）に内蔵されたコントローラ CNT に駆動電力として供給される。

【0278】そして、動作制御部 13 が上記コントローラ CNT からデバイス DVC の負荷 LD の駆動状態に関する情報を受け取ると、起動制御部 15 に動作制御信号を出力して、副電源部 11 により生成される電力の一部を用いて、水蒸気改質反応ユニット 210A の薄膜ヒータ 206 を加熱するとともに、所定量の発電用燃料及び水を水蒸気改質反応ユニット 210A の改質反応流路 204 に吐出する。これにより、上述した化学反応式

（3）～（5）に示した水蒸気改質反応及び選択酸化反応により、水素ガス（ H_2 ）及び二酸化炭素（ CO_2 ）が生成され、水素ガス（ H_2 ）は、主発電部 12 を構成する燃料電池の燃料極に供給されて電力が生成され、デバイス DVC の負荷 LD に負荷駆動電力として供給されるとともに、二酸化炭素（ CO_2 ）は、例えば、発電モジュール 10 の上面に設けられた排出孔 14d を介して発電モジュール 10（電源システム 1A）の外部に排出される。

【0279】また、主発電部 12 における発電動作に際して生成される副生成物（水蒸気等の気体）は、分離回収部 16 において、冷却されて液化されることにより、水とそれ以外の気体成分とに分離し、水のみを回収して一部を副生成物供給経路 16a を介して、上記水蒸気改質反応ユニット 210A に供給するとともに、それ以外の水を副生成物回収経路 32 を介して、燃料パック 20 内の回収保持空間 22B に不可逆的に保持される。

【0280】したがって、本具体構成例に係る電源システム 1A によれば、電源システム 1A の外部から燃料の補給を受けることなく、駆動される負荷（デバイス DV

C) の駆動状態に応じた適切な電力を自立的に出力することができるので、汎用の化学電池と同等の電気的特性及び簡易な取り扱いを実現しつつ、高いエネルギー変換効率で発電動作を行うことができるとともに、少なくとも燃料パック 20 の自然界への投棄、埋め立て等に対して、環境への負担が少ないポータブル型の電源システムを実現することができる。

【0281】なお、本具体構成例においては、主発電部 12 や水蒸気改質反応ユニット 210A 等において生成され、回収された副生成物(水)の一部を水蒸気改質反応ユニット 210A に供給して再利用する構成を示したが、このような構成を適用しない電源システムにおいては、燃料パック 20 に発電用燃料(メタノール等)とともに封入された水を利用して、水蒸気改質反応ユニット 210A における水蒸気改質反応を実行する。

【0282】したがって、このように予め水が混合して封入された発電用燃料を用いて発電動作を行う場合においては、図 41 に示すように、水蒸気改質反応ユニット 210A の構成として、微小基板 201 の一面側に、燃料吐出部 202、燃料気化部 203、改質反応流路 204 及び水素ガス排気部 205 のみからなる単一の流路が形成された構成を適用することができる。

【0283】本発明に係る電源システムは、上述した各構成例の部材、各実施形態の発電モジュール、並びに各実施例の着脱構造を任意に組合せてなるものであり、場合によっては副電源部や主発電部の少なくとも一方を複数個を並列に設けたり、複数種を並列に設けてもよく、このような構成によりデバイスの起動状態に応じて主発電部の駆動が制御されるので発電用燃料の浪費を抑制して、エネルギー資源の利用効率を向上することができ、リムーバブルの汎用電池を電源として用いていた携帯電話や携帯情報端末(PDA)、ノート型パーソナルコンピュータ、デジタルビデオカメラやデジタルスチルカメラ等の携帯機器に広く利用することができる。

【0284】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、燃料封入部(燃料パック)に充填、封入された液体又は気体からなる発電用燃料、又は、該発電用燃料から供給される特定の成分(例えば、水素)を用いて発電を行う発電モジュール(発電器)を備えたポータブル型の電源システムにおいて、燃料封入部が、発電モジュールに対して結合、離脱可能な構成を有し、さらに、燃料封入部及び発電モジュールからなる電源システム全体が、発電モジュールから供給される電力により駆動する負荷(デバイス)に対して任意に接続、分離可能な構成、もしくは、発電モジュールと負荷が一体的に構成され、燃料封入部のみが、負荷(発電モジュール)に対して結合、離脱可能な構成を有している。

【0285】これにより、燃料封入部に封入された発電用燃料がなくなったときや少なくなったときに、燃料封

入部を発電モジュール又は負荷から取り外して新たな燃料封入部に交換、あるいは、燃料封入部に発電用燃料を注入して補充することができるので、発電モジュールを継続的に利用することができるとともに、電源システム全体又は燃料封入部をあたかも汎用の化学電池のように簡便に使用することができる。また、燃料封入部の交換や回収が可能となるので、電源システム自体の廃棄量を削減することができる。

【0286】ここで、燃料封入部は、自然環境下や人為的な処理により、自然界の土壤を構成する 1 又は複数の単体や物質に変換される材質、例えば、微生物や酵素等による生分解性や光による光分解性、水分による加水分解性等の分解性を備えた材料により構成されていることにより、発電用燃料を使い切ることにより廃棄物となる燃料封入部が、土壤中の微生物や酵素、太陽光線等により、例えば、水と二酸化炭素等に分解され、もしくは、人為的な薬品処理や焼却処理等により自然界に無害な物質に変換される。したがって、燃料封入部を仮に自然界の土壤に投棄又は埋め立て処理した場合や焼却炉により消却した場合であっても、自然界に有害な物質を排出することなく、また、長期にわたって、自然環境の美観を損ねることもないので、環境への負担を大幅に軽減することができる電源システムを提供することができる。

【0287】また、上記電源システムは、発電モジュールに燃料封入部が結合されたときにのみ、燃料封入部内部に封入されていた発電用燃料が発電モジュールに供給されて発電動作が自立的に開始され、この電源システムを負荷に接続することにより、負荷を駆動するための電力が供給されるように構成されているので、電源システムの外部から燃料等の供給を受けることなく、発電モジュールに燃料封入部を結合する簡易な操作のみで、負荷に供給するための電力を自立的に生成することができるとともに、燃料封入部が発電モジュールに結合していない状態では、内部に封入された発電用燃料の漏出を防止することができる。したがって、安全かつ簡易な燃料供給及び発電動作を行うことができる電源システムを提供することができる。

【0288】また、上記燃料封入部は、封入された発電用燃料の残量に応じて、発電モジュール又は負荷から取り外して、発電用燃料を注入、充填して繰り返し補充可能に構成されているものであってもよく、これによれば、燃料封入部に封入された発電用燃料がなくなったときや少なくなったときに、発電用燃料を再注入して充填することができるので、燃料封入部自体を再利用(リサイクル)することができ、廃棄物の発生量を削減して、環境への負担を一層軽減することができる。

【0289】上記電源システムにおいては、発電モジュールの具体的な構成として、燃料封入部から供給される発電用燃料を用いた電気化学反応により、電力を発生する燃料電池を備えた構成を適用することができ、これに

よれば、汎用の化学電池に比較して、極めてエネルギー利用効率の高い燃料電池を用いて、電力を生成することができるので、エネルギーの有効利用を図ることができる。とともに、既存の化学電池と同等の電気的特性を得るために必要となる電源システム（発電モジュール及び燃料封入部）の規模を小型化することができる。

【0290】この場合、発電モジュールに適用される燃料電池は、発電用燃料を改質して、特定の成分を抽出する燃料改質器と、該特定の成分が供給される燃料極と、空気中の酸素が供給される空気極と、を備えた燃料改質型の燃料電池であることが好ましい。このような燃料改質型の燃料電池を適用した構成によれば、比較的取り扱いや入手が容易な発電用燃料を用いて、燃料電池に供給される該発電用燃料の量を制御することにより、発電モジュールにより生成される電力の量を簡易に制御することができる。とともに、発電用燃料の有する化学エネルギーから極めて高いエネルギー変換効率で電力を生成して負荷に供給することができるので、化石燃料等のエネルギー資源の消費量を削減して有効な利用を図ることができる。

【0291】なお、上記電源システムにおいて、発電モジュールに適用可能な構成としては、上述した燃料電池の他、発電用燃料を用いて高いエネルギー変換効率で電力を生成することができ、かつ、小型化や微細化が可能な構成を有する種々の発電装置の中から、電源システムの外形形状や電気的特性等に応じて任意の構成を有するものを適宜選択して適用することができる。

【0292】なお、上記電源システムに適用される発電用燃料は、少なくとも、水素を主成分とする、又は、水素からなる液体燃料、液化燃料、及び気体燃料のいずれか、具体的には、メタノールやエタノール、ブタノール等のアルコール系の液体燃料や、ジメチルエーテルやイソブタン、天然ガス等の炭化水素からなる液化燃料、あるいは、水素ガス等の気体燃料であって、特に、燃料封入部から発電モジュールに供給される際の常温、常圧等の所定の環境条件の下で気体状態にあるものを良好に適用することができるので、発電モジュールにおける発電動作において、高いエネルギー変換効率で電力を生成することができる。とともに、この発電動作に伴って電力以外に生成される副生成物を比較的簡易な処理で無毒化や難燃化することができ、自然環境等への影響を大幅に抑制することができる。

【0293】また、上記電源システムにおいては、燃料封入部に封入された発電用燃料の残量を検出する残量検出手段を備えた構成を適用することもでき、これによれば、発電用燃料の残量を常時又は定期的に監視して、残量が少なくなった場合には、事前に電源システムにより駆動する機器等の使用者に対して、その旨を通知することができる。加えて、残量検出手段により検出される発電用燃料の残量に応じて、発電モジュールにおける電力

の発生状態を制御することにより、汎用の化学電池と同等の出力電圧特性を有する電力を負荷に供給することができる。

【0294】また、上記電源システムにおいては、上記発電用燃料を用いた発電モジュールにおける発電動作の際に生成される副生成物のうち、全部又は一部の成分を回収して保持する副生成物回収手段を備えた構成を適用することもでき、これによれば、副生成物が電源システム内外へ排出又は漏出されることにより、電源システムにより駆動する機器等の動作不良や劣化等の発生、自然環境の汚染等を防止することができる。ここで、使用済みの燃料封入部を回収することにより、副生成物を自然環境に負担を与えない方法で適切に処理することができるので、副生成物による自然環境の汚染や地球温暖化等を防止することができる。

【0295】さらに、上記電源システムにおいては、燃料封入部に封入された発電用燃料の封入状態を安定化させる燃料安定化手段を備えた構成を適用することもでき、これによれば、燃料封入部内の封入条件に異常が生じた場合に、発電モジュールへの発電用燃料の供給停止や、封入圧力の開放等の動作を実行して発電用燃料の封入状態を安定化状態に移行させることができるので、燃焼性や可燃性を有する発電用燃料を用いた電源システムにおける安全性や信頼性を良好に確保することができる。

【0296】そして、上記電源システムは、燃料封入部及び電源モジュールを組み合わせた物理的外形形状、又は、燃料封入部単独の物理的外形形状が、汎用の化学電池のうちの任意の1種と同等の形状及び寸法を有するように構成されているものであってもよく、これによれば、外形形状において、汎用の化学電池との互換性を有することになるので、環境への影響が低減され、かつ、エネルギー変換効率の高い電源システムを、既存の化学電池の市場に支障なく普及させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る電源システムの適用形態を示す概念図である。

【図2】本発明に係る電源システムの基本構成を示すブロック図である。

【図3】本発明に係る電源システムに適用される発電モジュールの第1の実施形態を示すブロック図である。

【図4】本実施形態に係る電源モジュールに適用可能な副電源部の第1の構成例を示す概略構成図である。

【図5】本実施形態に係る電源モジュールに適用可能な副電源部の第2の構成例を示す概略構成図である。

【図6】本実施形態に係る電源モジュールに適用可能な副電源部の第3の構成例を示す概略構成図である。

【図7】本実施形態に係る電源モジュールに適用可能な副電源部の第4の構成例を示す概略構成図である。

【図8】本実施形態に係る電源モジュールに適用可能な

73

副電源部の第 5 の構成例を示す概略構成図である。

【図 9】本実施形態に係る電源モジュールに適用可能な副電源部の第 6 の構成例を示す概略構成図である。

【図 10】本実施形態に係る電源モジュールに適用可能な副電源部の第 7 の構成例を示す概略構成図である。

【図 11】本実施形態に係る電源モジュールに適用可能な副電源部の第 8 の構成例を示す概略構成図である。

【図 12】本実施形態に係る電源モジュールに適用可能な主発電部の第 1 の構成例を示す概略構成図である。

【図 13】本構成例に係る主発電部に適用される燃料改質部における水素生成過程を示す概念図である。

【図 14】本実施形態に係る電源モジュールに適用可能な主発電部の第 2 の構成例を示す概略構成図である。

【図 15】本実施形態に係る電源モジュールに適用可能な主発電部の第 3 の構成例を示す概略構成図である。

【図 16】本実施形態に係る電源モジュールに適用可能な主発電部の第 4 の構成例を示す概略構成図である。

【図 17】本実施形態に係る電源モジュールに適用可能な主発電部の第 5 の構成例を示す概略構成図である。

【図 18】本実施形態に係る電源モジュールに適用可能な主発電部の第 6 の構成例を示す概略構成図である。

【図 19】本発明に係る電源システムに適用される発電モジュールの一実施形態の他の例の要部構成を示すブロック図である。

【図 20】電源システムの概略動作を示すフローチャートである。

【図 21】本発明に係る電源システムに適用される発電モジュールの第 2 の実施形態を示すブロック図である。

【図 22】本発明に係る電源システムに適用される発電モジュールの第 3 の実施形態を示すブロック図である。

【図 23】本実施形態に係る電源モジュールに適用可能な副電源部の第 1 の構成例を示す概略構成図である。

【図 24】本実施形態に係る電源モジュールに適用可能な副電源部の第 2 の構成例を示す概略構成図である。

【図 25】本発明に係る電源システムに適用可能な副生成物回収手段の一実施例を示すブロック図である。

【図 26】本実施例に係る副生成物回収手段による副生成物の保持動作を示す概略図である。

【図 27】本発明に係る電源システムに適用可能な残量検出手段の一実施例を示すブロック図である。

【図 28】本発明に係る電源システムに適用可能な燃料安定化手段の一実施例を示すブロック図である。

【図 29】本発明に係る電源システムに適用可能な外形形状の具体例を示す概略構成図である。

【図 30】本発明に係る電源システムに適用される外形形状と、汎用の化学電池の外形形状との対応関係を示す概念図である。

【図 31】本発明に係る電源システムに既存の化学電池

74

の外形形状を適用した場合の第 1 の実施例を示す概略構成図である。

【図 32】本実施例に係る電源システムにおける発電モジュール及び燃料パックの着脱構造を示す概略図である。

【図 33】本発明に係る電源システムに既存の化学電池の外形形状を適用した場合の第 2 の実施例を示す概略構成図である。

【図 34】本実施例に係る電源システムにおける発電モジュール及び燃料パックの着脱構造を示す概略図である。

【図 35】本発明に係る電源システムに既存の化学電池の外形形状を適用した場合の第 3 の実施例を示す概略構成図である。

【図 36】本実施例に係る電源システムにおける発電モジュール及び燃料パックの着脱構造を示す概略図である。

【図 37】本発明に係る電源システムに既存の化学電池の外形形状を適用した場合の第 4 の実施例を示す概略構成図である。

【図 38】本実施例に係る電源システムにおける発電モジュール及び燃料パックの着脱構造を示す概略図である。

【図 39】本発明に係る電源システム全体の具体構成例を示す概略構成図である。

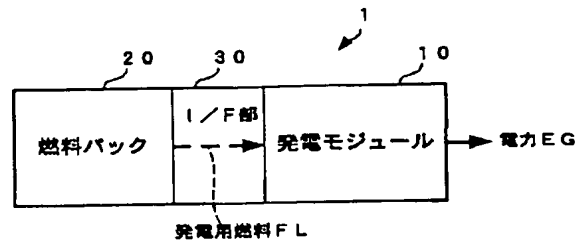
【図 40】本具体構成例に適用される燃料改質部の一構成例を示す概略図である。

【図 41】本具体構成例に適用される燃料改質部の他の構成例を示す概略図である。

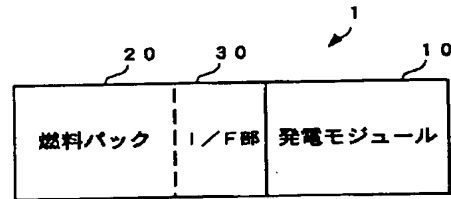
【符号の説明】

1、1 A	電源システム
10、10 A～10 F	発電モジュール
11、11 A～11 H	副電源部
12、12 A～12 F	主発電部
13	動作制御部
14	出力制御部
15	起動制御部
16	分離回収部
17	残量検出部
20、20 A、20 D～20 F	燃料パック
21	回収保持部
25	供給制御弁
26	圧力制御弁
30、30 D～30 F	I/F 部
DVC	デバイス
LD	負荷
CNT	コントローラ

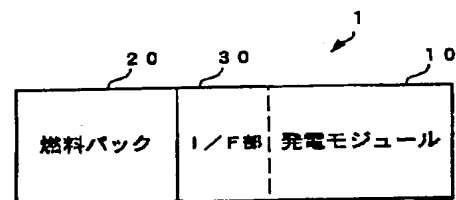
【図 2】



(a)

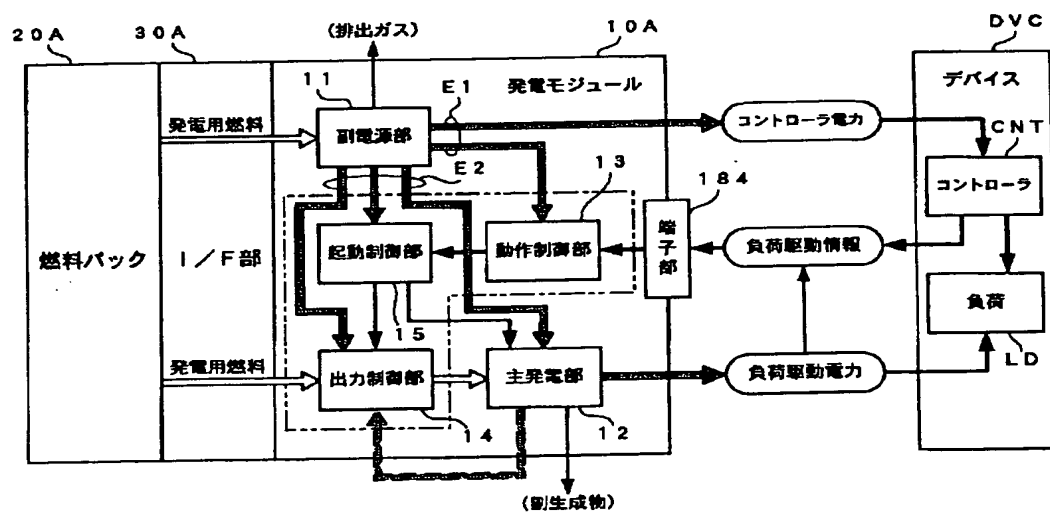


(b)

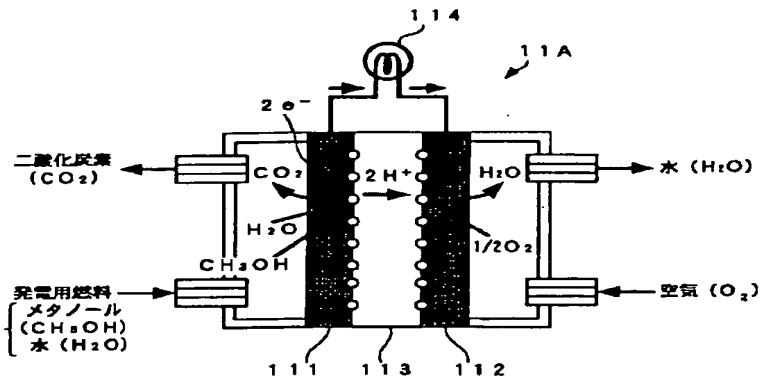


(c)

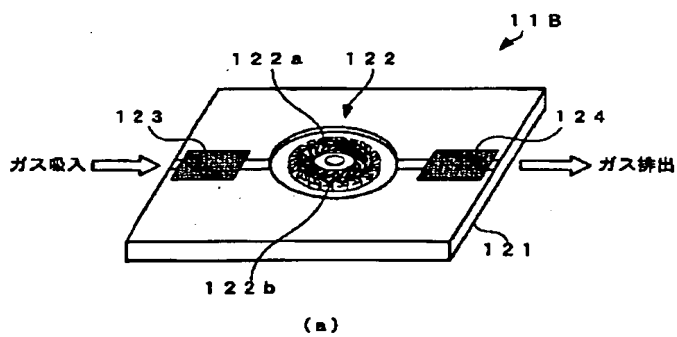
【圖 3】



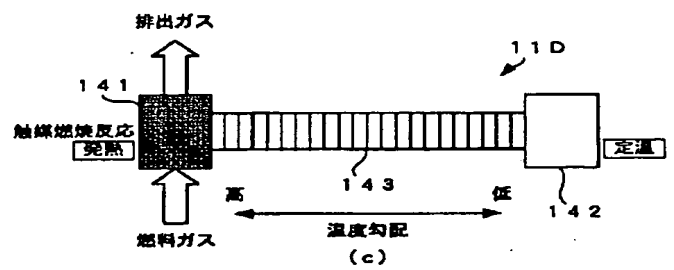
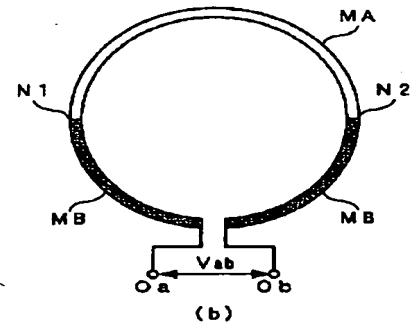
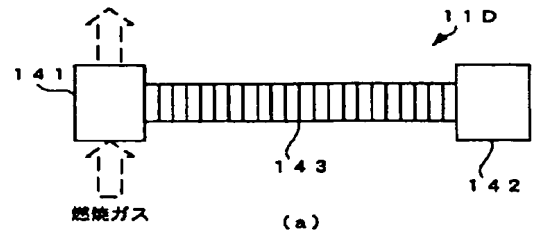
【図4】



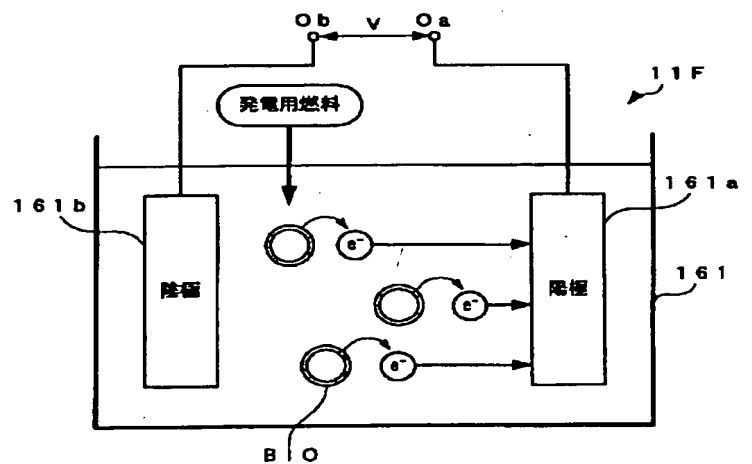
【図5】



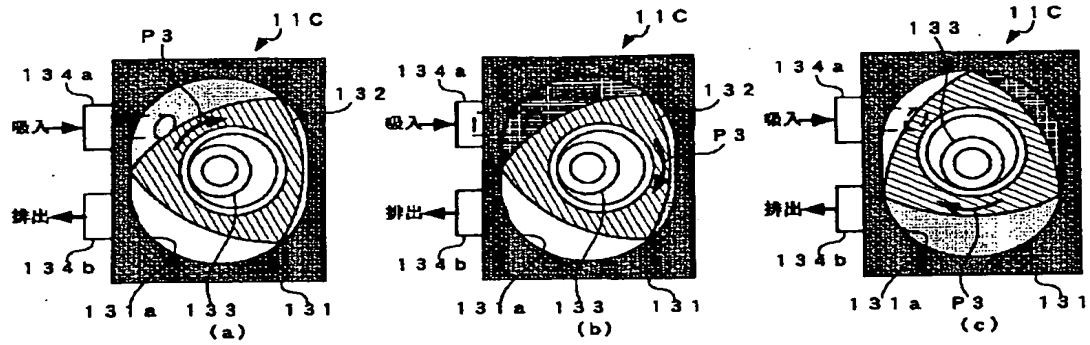
【図7】



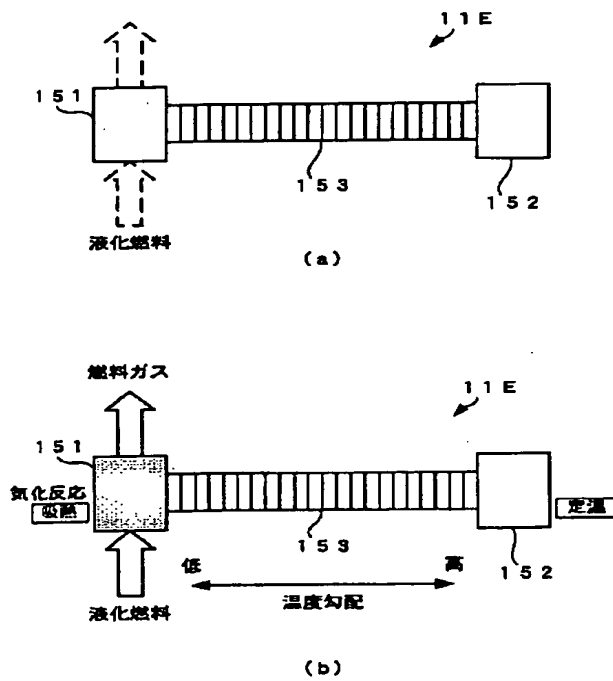
【図9】



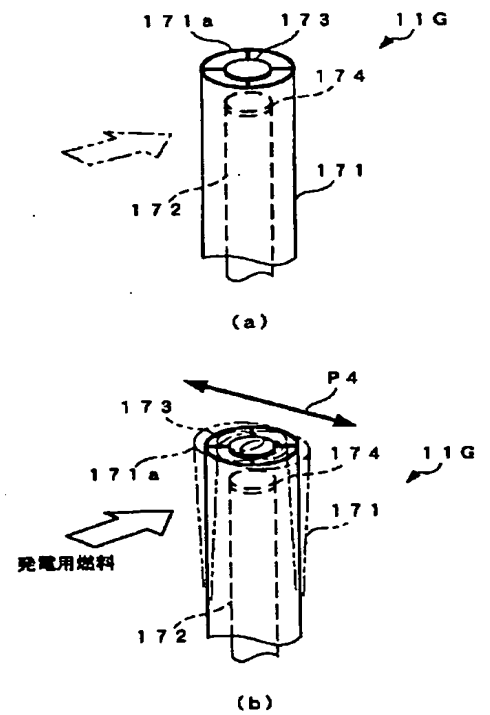
【図6】



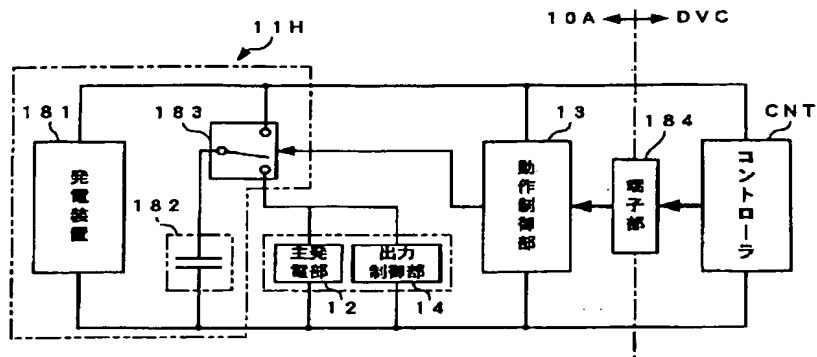
【図8】



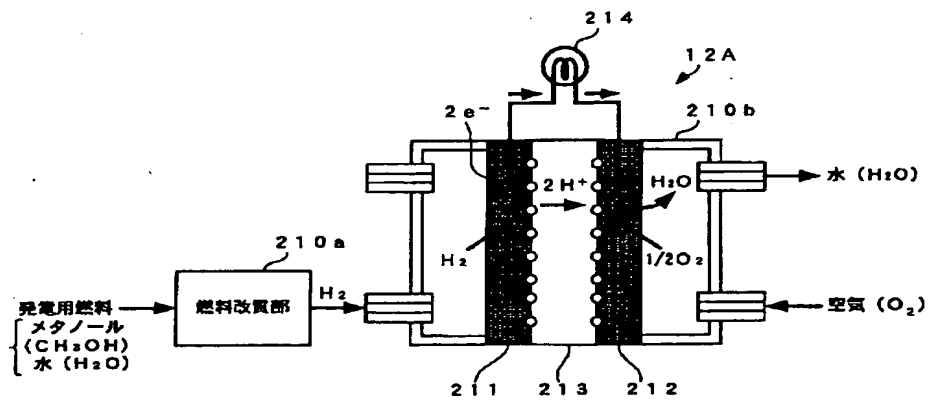
【図10】



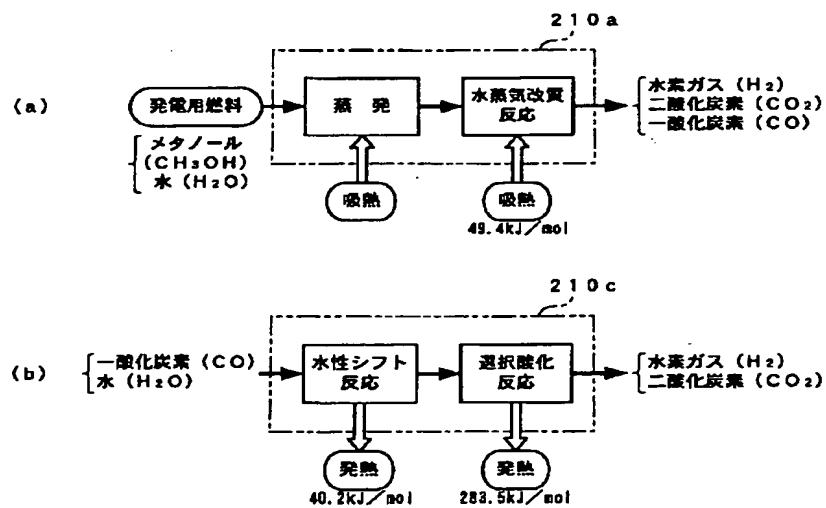
【図11】



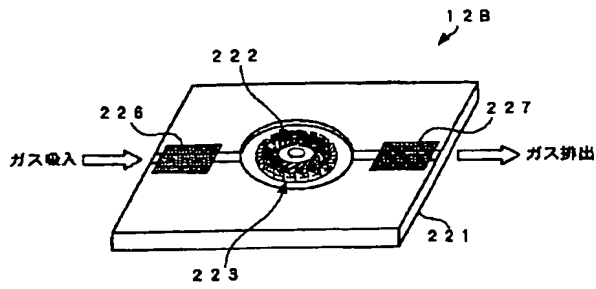
【図12】



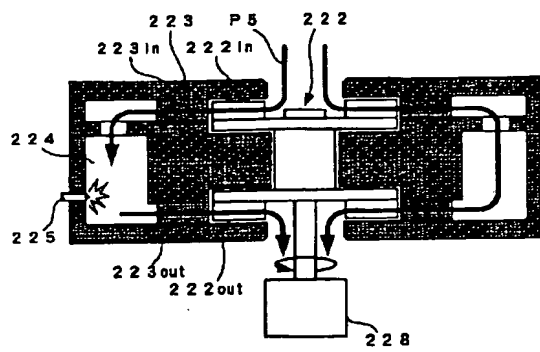
【図13】



【図14】

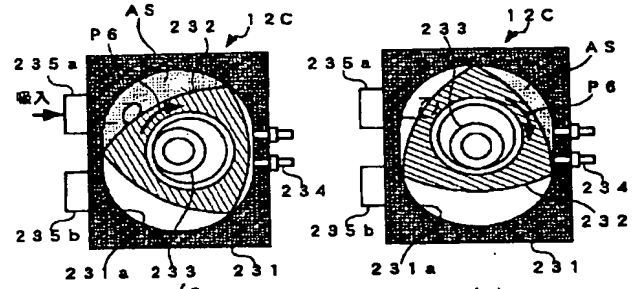


(a)

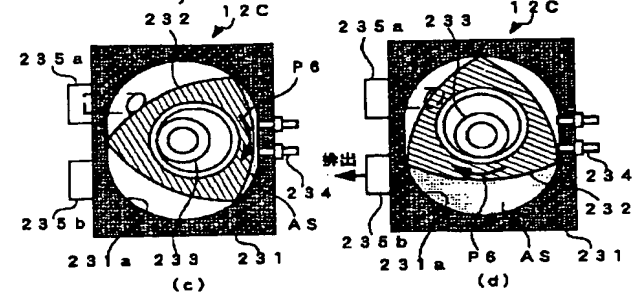


(b)

【図15】

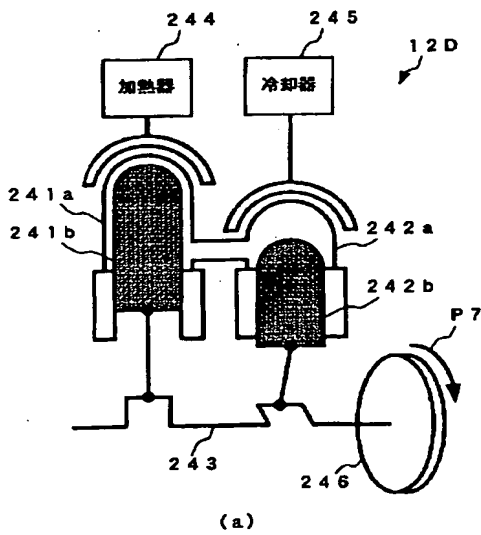


(b)

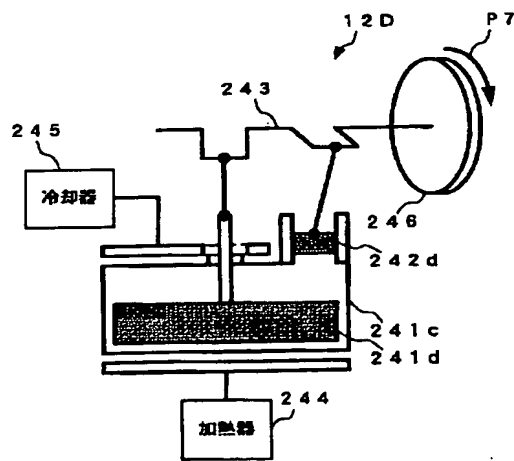


(d)

【図16】

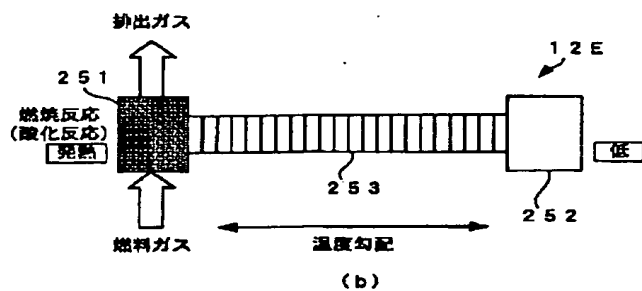
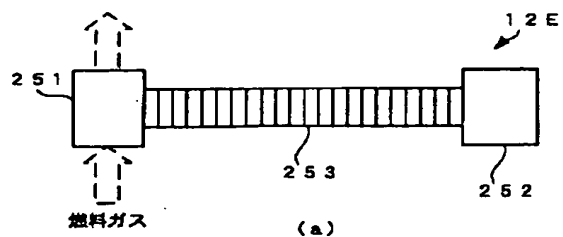


(a)

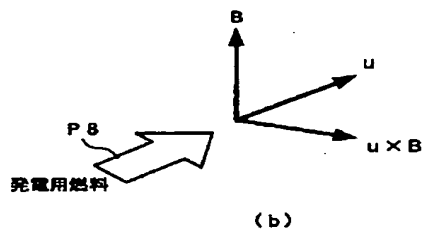
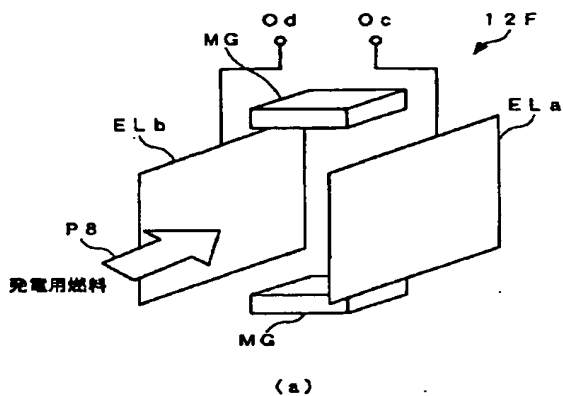


(b)

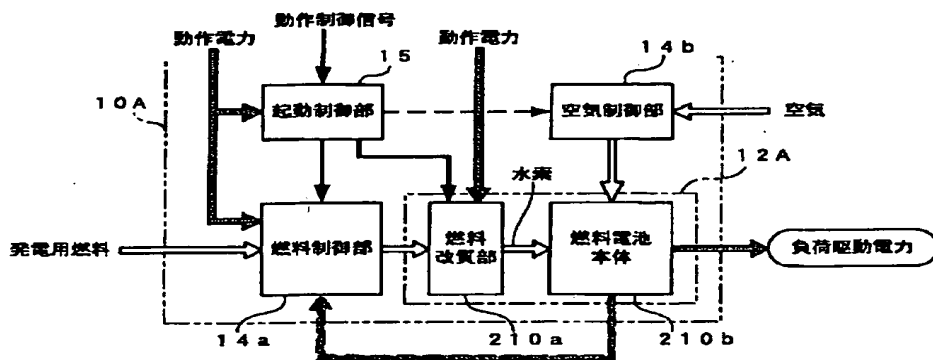
【図17】



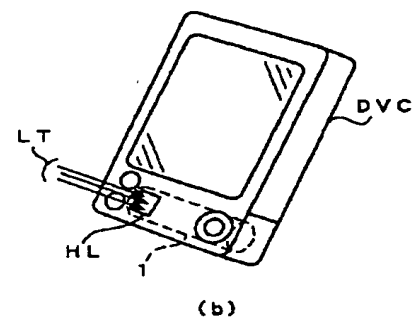
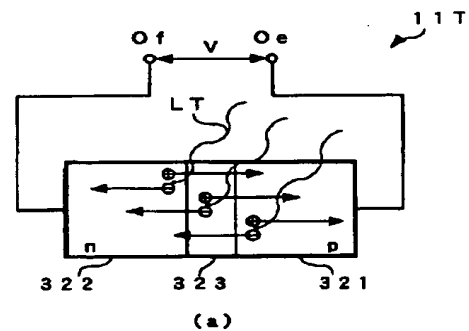
【図18】



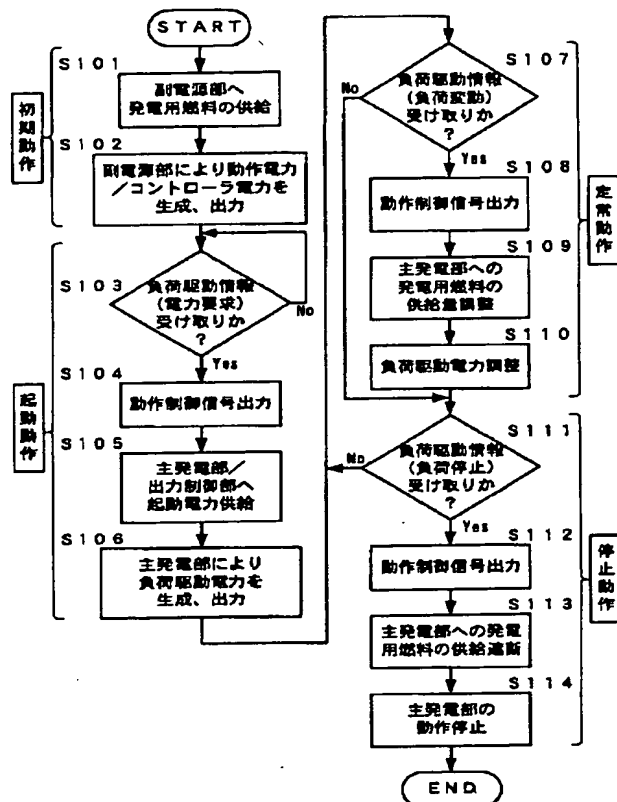
【図19】



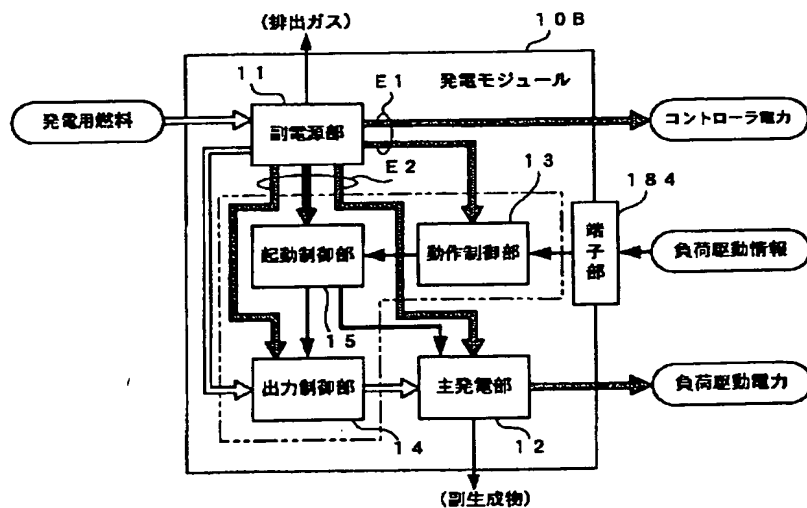
【図24】



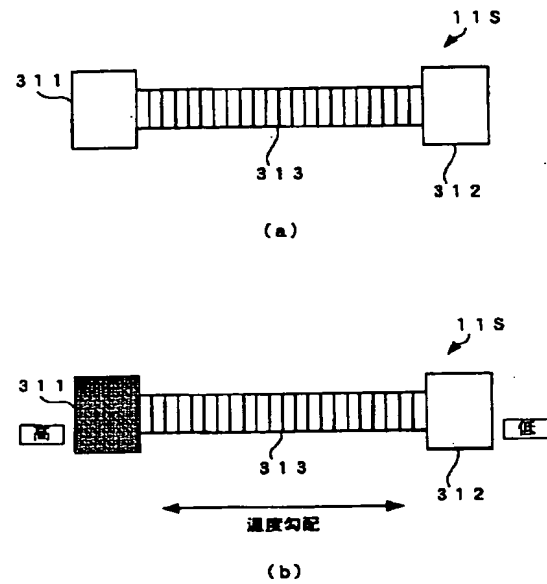
【図20】



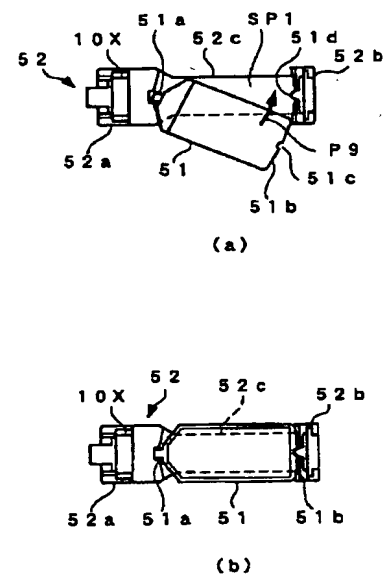
【図21】



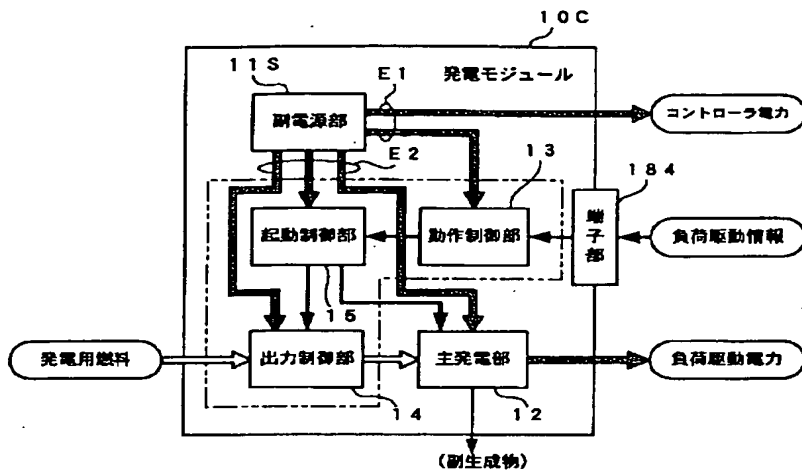
【図23】



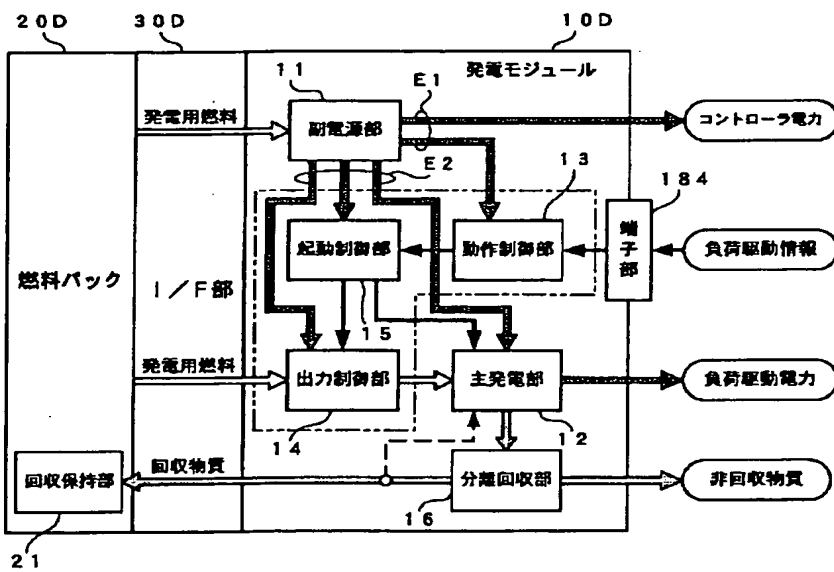
【図32】



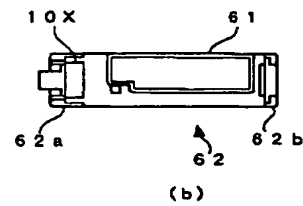
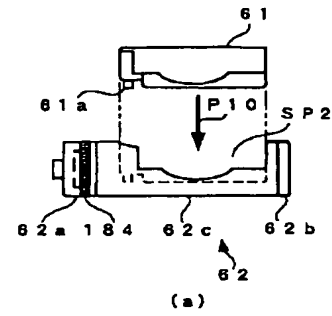
【図 22】



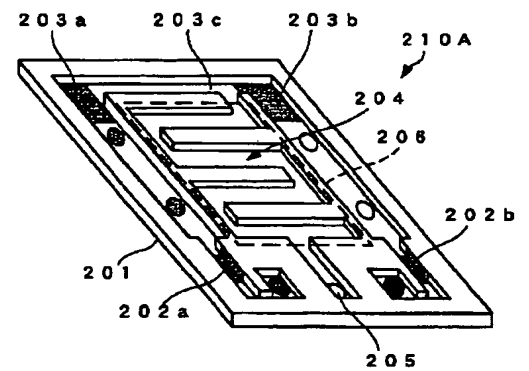
【図 25】



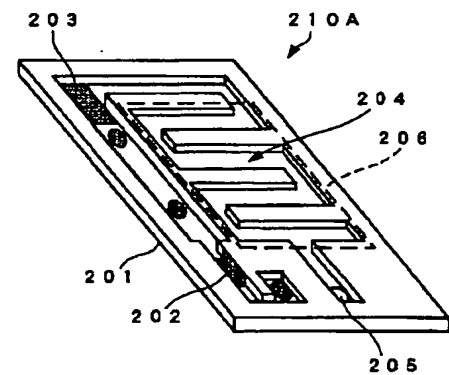
【図 34】



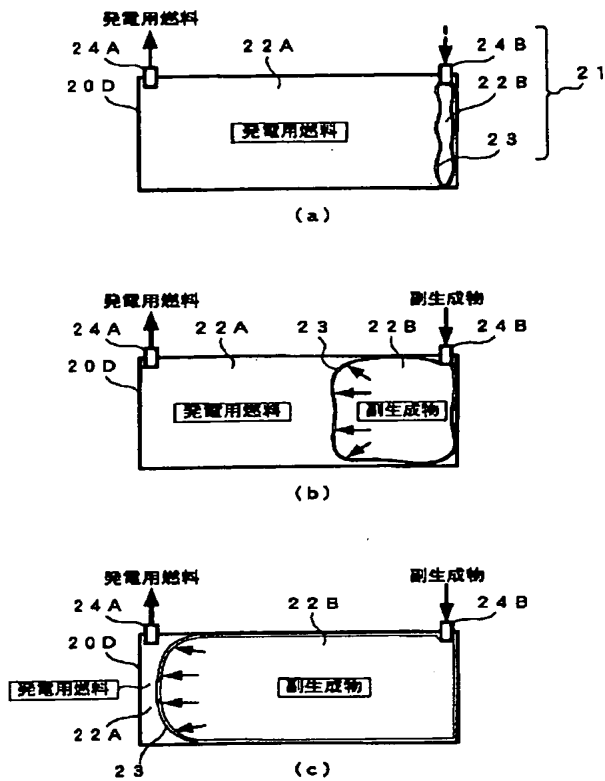
【図 40】



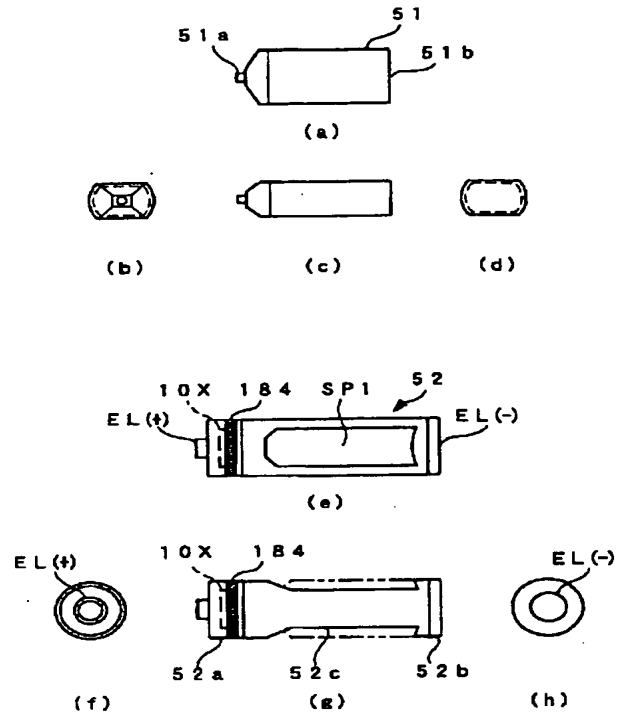
【図 41】



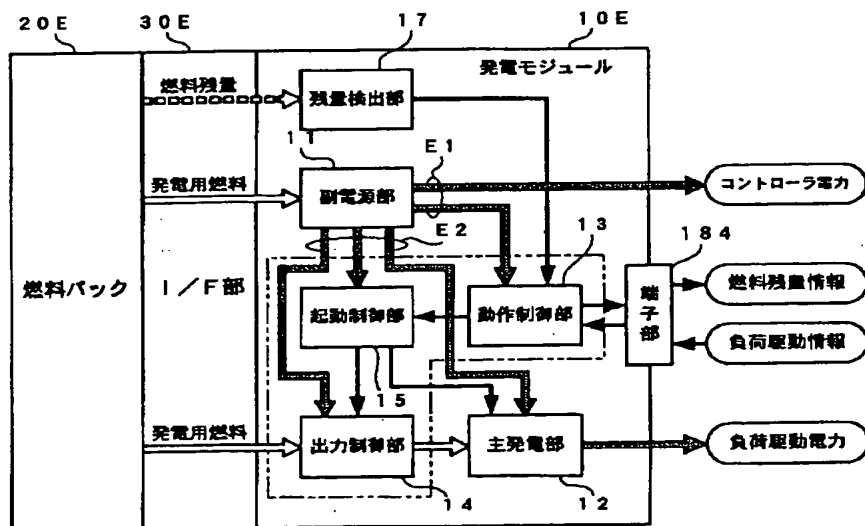
【図26】



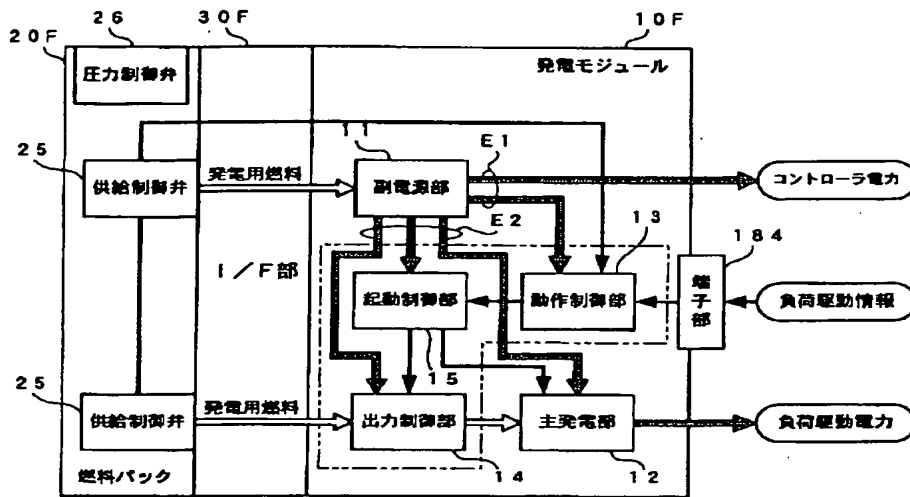
【図31】



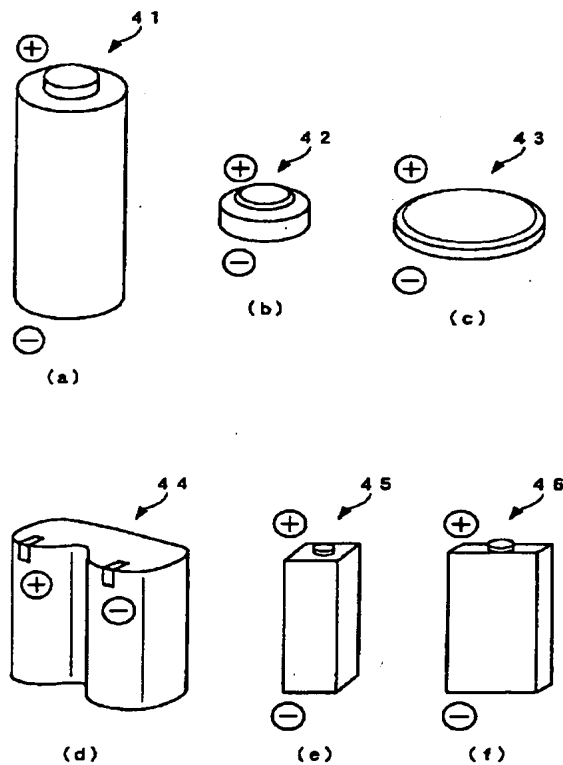
【図27】



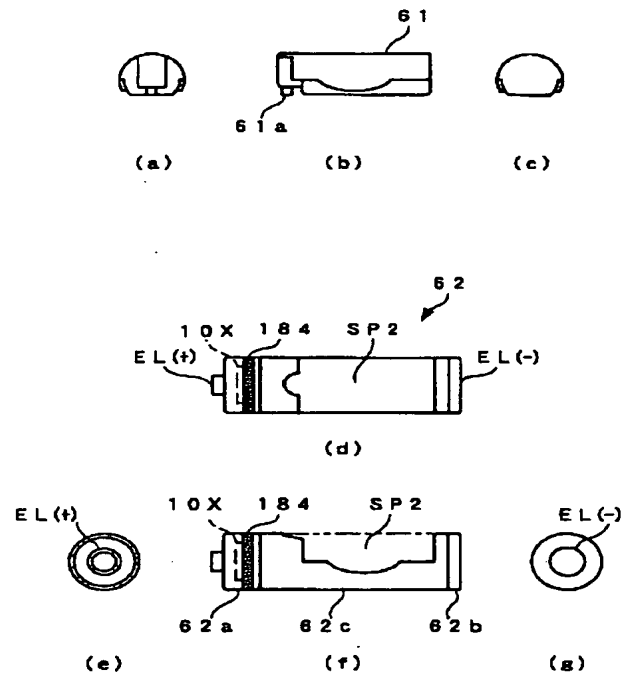
【図28】



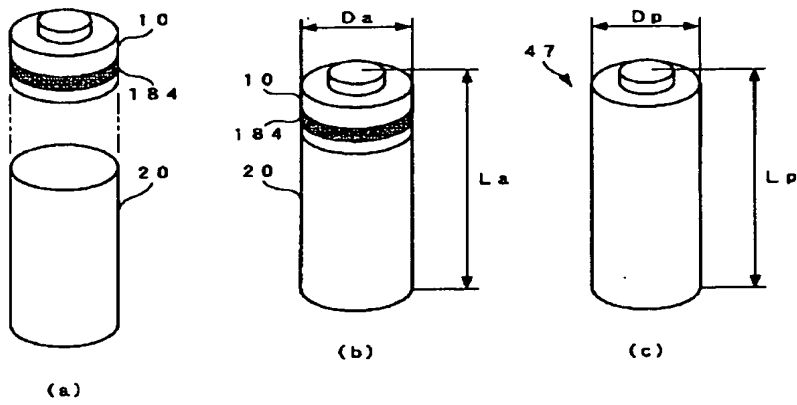
【図29】



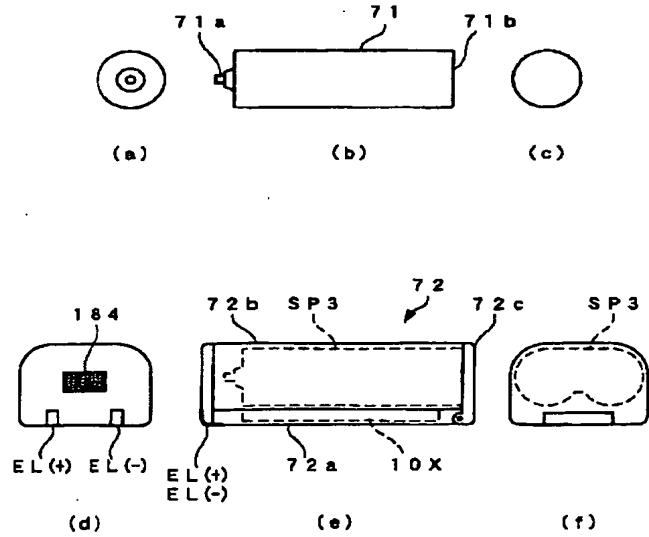
【図33】



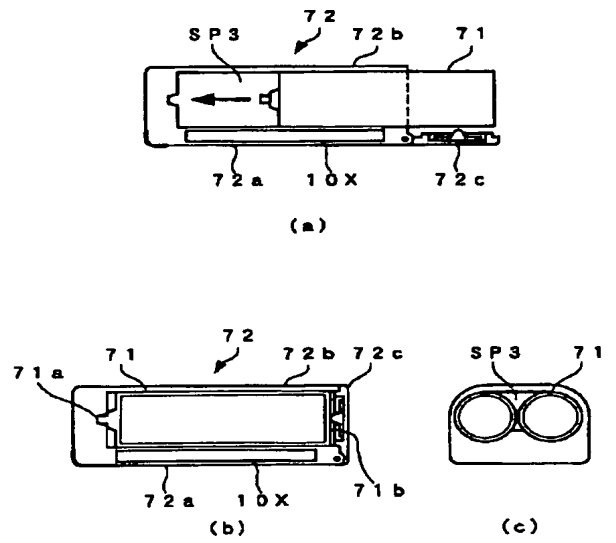
【図30】



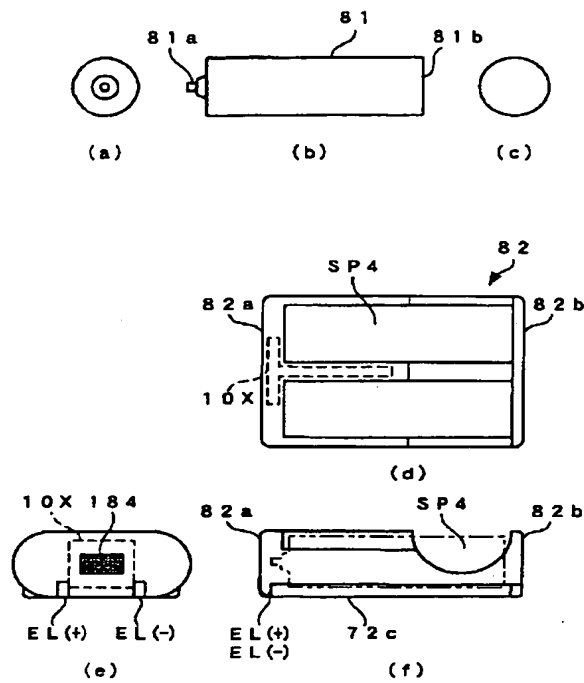
【図35】



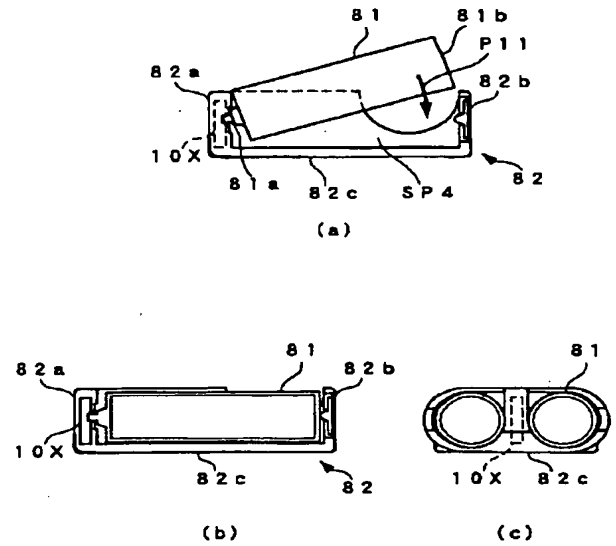
【図36】



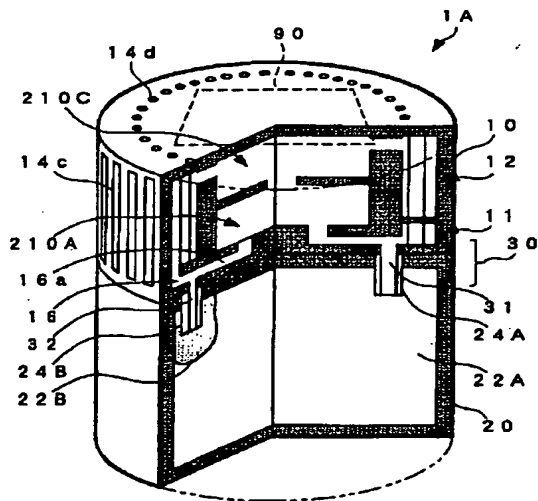
【図37】



【図38】



【図39】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. 7

H 0 1 M 8/10

識別記号

F I

H 0 1 M 8/10

テマコード* (参考)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☒ **FADED TEXT OR DRAWING**

☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.